

Siebente Tagung für Elektronenmikroskopie

23. bis 25. September 1957 in Darmstadt

Die 7. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie fand in dem für die Durchführung einer Tagung sehr geeigneten, vor kurzem eingeweihten Neubau des großen Hörsaales für Experimentalphysik der Technischen Hochschule Darmstadt mit seinen Nebenräumen statt.

Nach einer sehr herzlichen Begrüßung durch den Rektor der Technischen Hochschule, Prof. *Schmieden*, und Grußworten von Stadtrat *Bartu* als Vertreter des erkrankten Oberbürgermeisters der Stadt Darmstadt, gedachte der Vorsitzende, *H. Kehler*, Frankfurt a. M.-Hoechst, der seit der Tagung in Münster verstorbenen Mitglieder der Gesellschaft *B. v. Borries*, *W. Kossel*, *H. Arnold* und *I. Johann* und würdigte ihre Tätigkeit im Rahmen der Deutschen Gesellschaft für Elektronenmikroskopie. Einen schweren Verlust hat die Elektronenmikroskopie im Inland und Ausland und besonders die Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie durch den Tod ihres Gründungsmitgliedes und geschäftsführenden Vorsitzenden *Bodo von Borries* erlitten. Seine wissenschaftlichen Leistungen sind an anderer Stelle gewürdigt worden. Für die Deutsche Gesellschaft für Elektronenmikroskopie bedeutete sein Tod den Verlust ihres aktivsten Mitgliedes. Die Gründung der Gesellschaft, ihr Wachsen, ihre Anerkennung im Inland und Ausland, die gut organisierten Tagungen und Bemühungen um ihr wissenschaftliches Niveau sind *Bodo von Borries'* Verdienst. Auch an der Gründung der International Federation of Electron Microscopy Societies war er maßgeblich beteiligt und ihr erster Präsident. Niemand konnte sich dem Charme seiner Persönlichkeit und seiner verbindlichen Art zu verhandeln, entziehen. Manchem hat er in einer schwierigen Situation durch einen Rat aus gutem Herzen geholfen und Vielen ist ein guter Freund dahingegangen.

Die Versammlung ehrte sein Andenken in einem Grußtelegramm an seine Witwe und seine Kinder.

Die wissenschaftlichen Sitzungen eröffnete der Hausherr, *H. König*, mit einem glanzvollen Experimentalvortrag: „Physikalische Experimente zur

Elektronenmikroskopie“, der die außerordentlichen Möglichkeiten der vorbildlich eingerichteten neuen Lehrstätte demonstrierte. Danach rollte ein Programm mit 82 Vorträgen in Haupt- und Parallelsitzungen ab. Wenn die Vortragsfolgen früherer Tagungen unter dem Eindruck großer zusammenfassender Berichte aus dem Ausland standen oder den Fortschritt auf einem Spezialgebiet hervorhoben, so zeigte die Darmstädter Tagung, welche Breitenarbeit auf dem Gebiet der Elektronenmikroskopie geleistet worden ist und noch geleistet werden muß. Das Wesen der Tagungen für Elektronenmikroskopie liegt nicht in einem Treffen der Anwender eines Gerätes für hochauflösende Mikroskopie in verschiedenen Gebieten, sondern darin, daß die Ausdeutung der Ergebnisse und die Vervollkommnung der Präparationsmethode nur durch die gegenseitige Hilfe der verschiedensten Disziplinen möglich ist. So fanden rege Diskussionen nicht nur nach den Vorträgen, sondern laufend beim Kaffee in den bequemen Sesseln des Foyers, bei den Mahlzeiten und während der gesellschaftlichen Veranstaltungen statt.

Das Wetter ließ leider die schöne Umgebung von Darmstadt nicht zur Geltung kommen, und es gehörte wirklich Heroismus dazu, Herrn König nach der Kaffeetafel auf einem Spaziergang zu einem landschaftlich besonders schönen Punkt zu folgen. Umso erfreulicher war das innere Klima der Tagung, und es konnte uns nichts Schöneres gesagt werden, als Magnifizenz Schmieden es mit der Bemerkung tat, er hätte das Gefühl, in einer großen Familie zu sein.

Auf der Mitgliederversammlung wurden Ergänzungswahlen zum Vorstand durchgeführt, der jetzt folgende Zusammensetzung hat:

Vorsitzender:	Prof. Dr. G. Möllenstedt, Tübingen,
Stellv. Vors.:	Prof. Dr. W. Bargmann, Kiel,
Geschäftsf. Vors.:	Dr. H. Kehler, Frankfurt a. M.-Hoechst,
Schatzmeister:	Dr. W. Lippert, Frankfurt a. M.
Beisitzer:	Dr. H. Bethge, Halle,
	Dr. D. Peters, Hamburg,
	Dr. C. Wolpers, Lübeck.

H. Kehler

MONTAG, DER 23. SEPTEMBER 1957

Vormittag

Eröffnungssitzung

Vorsitz: H. Kehler (Frankfurt a. M.-Hoechst)
U. Hofmann (Darmstadt)

H. KÖNIG (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Physikalische Experimente zur Elektronenmikroskopie.*

R. BUHL (Lehrst. f. Exp. u. Angew. Phys., Tübingen): *Neue Versuche mit dem Elektronen-Interferenz-Mikroskop.*

Das früher [PHYS. BL. 8, 357, 1957 und PHYS. VERH. 8, 83, 1957] beschriebene Elektronen-Interferenz-Mikroskop wurde durch Erhöhung der mechanischen Festigkeit, Einbau eines Stigmators, Abschirmung magnetischer Störfelder und Erhöhung der Strahlspannung verbessert. An einer Reihe von interferenzmikroskopischen Aufnahmen polykristalliner Aufdampfschichten von Be, Al, Au und von einkristallinen MoO₃-Blättchen wird

die Leistungsfähigkeit demonstriert. Aus den Versetzungen der Interferenzstreifen an den Grenzen der durch Schrägbedampfung erzeugten Schatten wird das innere Potential der Aufdampfschichten bestimmt.

Die durch das Elektronen-Interferenz-Mikroskop neugelieferte Information wird am folgenden Beispiel besonders deutlich aufgezeigt: Ein Kohlehüll-Präparat wird mit Gold schräg bedampft und ein zweites Mal aus einer anderen Richtung mit Aluminium bedampft. Die beiden Schichtdicken sind so bemessen, daß die Streuabsorption in den Schattengebieten gleich ist. Die beiden Schattenbereiche erscheinen also im normalen Elektronenmikroskop gleich hell. — Im interferenzmikroskopischen Bild dagegen erkennt man im Schattenbereich der Aluminium-Bedampfung eine deutliche Streifenverschiebung, während im Schattenbereich der Gold-Bedampfung kaum eine Verschiebung feststellbar ist.

T. HIBI und K. YADA (Tohoku-Univ., Res. Inst. f. Sci. Measurements, Sendai/Japan): *Elektronenmikroskopische Modellversuche zur Atomanordnung in unvollkommenen Kristallen.* (Voretr. von T. Hibi)

Das Seifenblasenmodell nach Bragg und anderen hat viel zu Untersuchungen über Versetzungen, Korngrenzen und Rekristallisation beigetragen. Es besitzt jedoch auch gewisse Mängel. In der vorliegenden Untersuchung wurden DOW-Latex-Teilchen von einheitlicher Größe (0,188 und 0,088 μ) anstelle der Seifenblasen benutzt. Eine Suspension von DOW-Latex in destilliertem Wasser wurde sehr langsam unter Vakuum auf die Temperatur flüssiger Luft abgekühlt. Bei dieser Temperatur abgenommene Kohlenstoffabdrucke wurden im Elektronenmikroskop untersucht. Dieses Modell erscheint für manche Zwecke geeigneter als das Seifenblasenmodell.

E. W. FISCHER (Inst. f. Phys. Chemie d. Univ. Mainz): *Übermolekulare Ordnungen in Polyamiden und Polyäthylen.*

Der molekularen Ordnung benachbarter Kettenstücke im Gitter kristallisierender Hochpolymerer ist eine übermolekulare Ordnung überlagert, die sich über größere Bereiche erstrecken kann und im Polarisationsmikroskop sichtbar wird. Als Bauelemente dieser „sphärolithischen“ Strukturen wurden bisher Fibrillen angenommen, in denen die Moleküle schraubenartig angeordnet sind. Genauere elektronenmikroskopische Untersuchungen zeigen jedoch, daß die Sphärolithe im Hoch- und Niederdruck-Polyäthylen, 11-Nylon (Rilsan) und 6,6-Nylon aus dünnen Lamellen aufgebaut sind, deren Kanten den Eindruck von Fibrillen hervorrufen können. Die Lamellen können, wie z. B. beim 6-Nylon (Perlon), zu Kristallnadeln entarten, wenn eine Wachstumsrichtung stark bevorzugt ist. In den Polyäthylen-Lamellen liegen die Kettenachsen der linearen Makromoleküle senkrecht zu den Lamellenebenen, wie durch Elektronenbeugung festgestellt wurde.

Das Auftreten geordneter, wachstumsfähiger, gleichhoher Stufen aus der Schmelze läßt sich auf die Wirkung von Schraubenversetzungen zurückführen. Dies wird durch die Bildung von Wachstums spiralen bei der Kristallisation von Niederdruck-Polyäthylen aus verdünnter Lösung bewiesen.

G. BUTHENUTH (Inst. f. Theor. Hüttenkde. u. Phys. Chem. d. Rhein.-Westf. TH Aachen): *Elektronenoptische Studie zur Struktur von Polytetrafluoräthylen.*

Es wird gezeigt, daß das unlösliche und mit dem Ultramikrotom vorerst nicht schneidbare Material sich objektgetreu zersetzen läßt. Ein Vergleich mit aus der Gasphase polymerisiertem Teflon wird vorgenommen. Es wird versucht, die Dunkelfeld-Methode nach Rang und Schluge zu einer Bestimmung für die Kristallitgröße im teilkristallinen Teflon zu benutzen.

K. R. PORTER und L. D. PEACHEY (Rockefeller Inst., New York): *A generalized concept of the endoplasmic reticulum.* (Vorgetr. von L. D. Peachey)

Work done during the past several years on the fine structure of the cytoplasm of many types of cells, using the increased resolving power of the electron microscope, has identified a cytoplasmic component, which, in thin sections, appears as a system of membrane-limited vesicles and tubules of various forms. The examination of an increasing number of cell-types has led to the classification of the cellular structures giving rise to the observed profiles as a single system, the „endoplasmic reticulum“, which is found to vary in form with cell-type and with time.

The criteria used for the identification of the system and the major features of the system are discussed, using examples from several cell-types. Many previously identified cellular components can now be shown to be subdivisions of the general system.

H. MARQUARDT (Forstbotan. Inst. d. Univ. Freiburg): *Der Feinbau pflanzlicher Chromosomen in der Meiosis.*

Der Zellkern als Teil einer typischen pflanzlichen oder tierischen Zelle bildet zur Zeit seiner Zweiteilung die sogenannten Chromosomen aus, stäbchenförmige Strukturen von jeweils festgelegter Gestalt und Zahl. Als Träger der Erbanlagen kommt der Analyse ihres Feinbaues besondere Bedeutung zu. Lichtoptisch hat sich ergeben, daß das Chromosom aus Skelettsubstanz und Hüllsubstanz besteht; die erstere bildet ein Spiralsystem, d. h. die fadenförmigen Längselemente sind in einen Doppelwendel gelegt (Maior- und Minorspirale der Meiosis). In jeder Spirale (besser: Schraube) werden zwei Längselemente paarweise zusammengefaßt, das Chromosom erscheint 4- wahrscheinlich sogar 8 teilig. — Elektronenoptisch läßt sich als letztes Längselement die Subfibrille nachweisen (20 bis 30 Å), die in eine Spirale von 120 Å gelegt ist (= Elementarfibrille); diese formiert die Zwischenspirale von 300—800 Å. (Bopp-Hassenkamp, im Druck). Biochemisch besteht das Chromosom aus Desoxyribonucleinsäure (DNS) und Proteinen. Nach Watson & Crick bilden zwei fadenförmige unverzweigte Makromoleküle — durch Brücken untereinander verbunden — zwei ineinanderhängende Spiralen mit einem Durchmesser von 18 Å. — Hieraus läßt sich ein geschlossenes Bild des Chromosomenfeinbaues entwickeln: (1) Die Skelettsubstanz ist stets von Hüllsubstanz umgeben, die im fixierten Präparat mitgemessen wird. (2) Das Spiralisationssystem besteht aus 6, eventuell aus nur 5 Stufen. (3) Wenn jede Spiralisationstufe je 2 Längselemente zusammenfaßt, besteht das Chromosom aus 64 (ev. 32) DNS-Molekülen. (4) Jede Trennung der 2 Chromatiden in der Kernteilung führt in der darauf folgenden Interphase zu einer Reduplikation der DNS-Moleküle in der Watson-Crick-Spirale. Weitere elektronenoptische Untersuchungen sind notwendig, ehe die für die pflanzlichen Chromosomen der Meiosis entwickelte Auffassung verallgemeinert werden kann.

Nachmittag

1. Parallelsitzung: Biologische Feinstruktur

Vorsitz: R. Lehmensick (Bonn)

G. Pickarski (Bonn)

E. BAUER und H. HAGER (II. Phys. Inst. d. Univ., Hirnpathol. Inst. d. Dt. Forsch.-Anst. d. MPI München): *Über den derzeitigen Stand der Forschung der Feinstruktur des Zentralnervensystems.*

Die feinstrukturelle Untersuchung der normalen Zellelemente führt auch im Zentralnervensystem zu tieferen Einblicken in die Zusammenhänge zwi-

schen Struktur, Stoffwechsel und Funktion des Gewebes. Sie ist zugleich der Ausgangspunkt für die zukünftige Analyse physiologischer und pathologischer Veränderungen im feinstrukturellen Bereich. In diesem Zusammenhang ist besonders einzugehen auf den Feinbau der zentralen Nervenfasern sowie auf die Beziehung von elektronenoptischen Befunden an deren Markhüllen zu den Röntgenbeugungsversuchen an frischen Nerven unter verschiedenen experimentellen Bedingungen. Ferner ist von Interesse das submikroskopische Gefüge der für die Stoffwechselabläufe und Funktion wichtigen Strukturgrundelemente und Organellen (Kern- und Plasmabegrenzungen, Mitochondrien, Feinstruktur der Nisslsubstanz, Golgizone) in Nerven- und Gliazellen. Auf die recht unterschiedliche strukturelle Differenzierung einzelner Nervenzelltypen verschiedener Hirngebiete ist vorwiegend auf Grund eigener Befunde hinzuweisen. Einen neuen Befund von besonderer Tragweite stellt ferner die feinstrukturelle Organisation der von lichtmikroskopischer Seite seit Jahrzehnten diskutierten zwischenzelligen Substanz im Zentralnervensystem dar. Kurz besprochen wurden schließlich die eventuellen Besonderheiten des Wandbaues der Blutgefäße und ihre Beziehungen zu glösen Strukturen. Abschließend wurde ein Bild der feinstrukturellen Organisation der Nervenzelle, ihrer Ausläufer und des glösen Gewebes entworfen, das unseren derzeitigen elektronenmikroskopischen Erfahrungen entspricht. Auf die Bedeutung der Befunde für das Verständnis strukturgebundener biochemischer Vorgänge und spezifischer Leistungen der Zellen wurde kurz hingewiesen.

G. WILKE (MPI f. Hirnforsch. Gießen): *Das elektronenoptische Quellungsbild der Markscheide.*

Die Markscheide vergrößert beim Quellungsvorgang infolge ungleichachsiger (anisodiametrischer) Quellung hauptsächlich ihren Umfang (ihr Kaliber), in geringerem Maße ihre Länge und ihre Wanddicke. Es kommt dabei nicht selten zu spindelförmiger oder kugelförmiger Auftreibung der Markscheide mit Erweiterung ihres Lumens, Abhebung des Markmantels und in fortgeschrittenen Stadien zur Bildung von Spalträumen zwischen Achsenzylinder und Markscheide. Der Achsenzylinder zeigt außer Dickenzunahme auch Längszunahme mit spiraligen Windungen bis zur Schlingenbildung innerhalb der Markscheidenaufreibungen. Es werden elektronenoptische Bilder gezeigt, die charakteristische Phasen der Quellungspathologie der Markscheide festhalten, — im Längsschnitt wie im Querschnitt. Das Untersuchungsmaterial stammt von Gehirnen bei multipler Sklerose, toxischer Schwangerschaft und diabetischem Koma. Auch im elektronenoptischen Quellungsbild findet sich eine starke, insbesondere zirkuläre Quellung der Markscheide mit erheblicher Vergrößerung ihres Umfangs und Spaltbildungen infolge Abhebung des Markmantels vom Achsenzylinder. An der Dickenzunahme der auch radial enorm gequollenen Lamellenstruktur der Markscheide sind Eiweiß- und Lipidlamellen mit einer bis zu 4fachen Verbreiterung der Protein- und Lipidfilme beteiligt. In Stadien fortgeschrittener Quellung sieht man an zentralen Nervenfasern eine Auflösung der Lamellenstrukturen der Markscheide. Die dunklen Proteinmembranen bleiben als Einzelmembranen länger erhalten und zeigen eine stärkere Resistenz gegenüber der Desintegration als die hellen Lipidlamellen. Dieses Stadium entspricht vermutlich der Sudan-positiven Phase der Markscheidendegeneration in der Lichtmikroskopie.

H. GANSLER (Inst. f. Elektronenmikroskopie, Düsseldorf): *Beitrag zum Problem der Hautinnervation.*

Die Ultrastruktur der Haut unter besonderer Berücksichtigung der nervösen Versorgung wird beschrieben. Marklose Nervenfasern sahen wir nur

im lockeren Bindegewebe des Corium. Ihre Morphologie entsprach völlig der von uns früher beschriebenen vegetativen Ganglien. Die auf Grund des lichtmikroskopischen Befunde gewonnene Vorstellung, daß die Nervenfasern der Cutis mit einem in der Epidermis gelegenen Syncytium nervöser Elemente anastomosieren, ließ sich im Elektronenmikroskop nicht bestätigen. — In der Epidermis sind außer den gewöhnlichen Epithelzellen noch dichtere, osmiophile Zellen zu beobachten, — die sog. *Langerhanssche* Zellen — die aber weder untereinander noch mit den marklosen Nervenfasern des Papillarkörpers anastomosieren. Unsere Befunde machen es wahrscheinlich, daß die nervöse Übertragung nicht unmittelbar erfolgt, sondern Stoffe freigesetzt werden, die eine indirekte Reizübertragung bewirken; dies von *Jabonero* für die nervöse Peripherie postulierte „Synapse auf Distanz“ ist in guter Übereinstimmung mit diesen Befunden.

H. THEMANN (Abt. f. med. Elektronenmikroskopie d. Univ. Münster): *Elektronenmikroskopische Untersuchungen an der normalen und pathologisch veränderten Mundschleimhaut.*

Es wird für die normale Mundschleimhaut der Nachweis einer die Grenzlinie zwischen Epithel und Bindegewebe ziehenden doppelkonturigen Dermal lamelle geführt. — Es konnte der Aufbau der Intercellularbrücken aus verschiedenen Schichten gezeigt werden. Im Gegensatz zu *Pease* und *Adolph Baker* und *Leiby*, die in den gezeigten distinkten Tonofibrillen Fixierungsartefakte sehen, möchten wir auf Grund der angewandten Untersuchungstechniken an der Realstruktur keinen Zweifel erheben (vergl. übereinstimmende Interpretation von *Bahr* und *Moberger*, sowie *Porter*). — Der Erhaltungszustand der wenigen in der normalen Mundschleimhaut anzutreffenden Mitochondrien läßt berechtigten Zweifel an ihrer Funktionstüchtigkeit entstehen, sodaß dem großräumig ausgebauten Intercellulärsystem mit den Intercellularbrücken für den Nahrungs- und Säftestrom eine besondere Bedeutung beizumessen wäre. — Eine Interpretation der an den Plattenepithelcarcinomen und den Zellen aus dem Leukoplakiebereich erzielten Ergebnissen kann im einzelnen noch nicht gegeben werden. Der schlechte Erhaltungszustand der Mitochondrien und die Formanomalien können bei der Annahme, daß zwischen Feinstruktur und biochemischen Prozessen ein Korrelat besteht, in morphologischer Hinsicht ein Äquivalent finden (*Warburg*, *Bernhard*, *Kühnau*, *Büttner* usw.).

Die mehr vom klinischen Aspekt ausgehende Theorie von dem präcancerösen Charakter zumindest bestimmter Leukoplakieformen findet beim Studium des sublichtmikroskopischen Aufbaues eine mögliche Bestätigung, vorausgesetzt, daß die Vorstellungen, die über die biochemischen Prozesse und über die ihnen zugeordneten morphologischen Substrate bestehen, richtig sind.

H. SCHULZ (Pathol. Inst. d. Med. Akad. Düsseldorf): *Die Pathologie der Cytosomen im Alveolarepithel der Lunge und die Frage der Mitochondrienentwicklung.*

In den Alveolarepithelien der Lunge beobachtet man bei Hemmung des Fermentes Carboanhydrase das Auftreten von zahlreichen „microbodies“, die nach den Untersuchungen von *Rhodin*, sowie von *Roullier* und *Bernhard* als die Vorstufen der Mitochondrien angesehen werden. Aus den „microbodies“ entwickelt sich in den Alveolarzellen vermutlich nur ein geringer Prozentsatz zu normalen Mitochondrien, ein großer Teil degeneriert vorzeitig, während ein anderer Teil als Cytosomen oder osmiophile Körper von den Alveolarmakrophagen für die Funktionen der Eiweiß- und Blutpigmentspeicherung verwandt werden kann. Die Ultrastruktur dieser verschiedenen For-

men der Cytosomen und deren Entwicklungszyklen wurde an elektronenmikroskopischen Aufnahmen von Ultrafeinschnitten sowie an einer zusammenfassenden schematischen Darstellung demonstriert.

G. MILLONIG und E. G. RONDANELLI (Univ. Pavia): *Die Plasmazellen des α -Myeloms. Histochemische Untersuchungen und Ergebnisse mit dem Phasenkontrast- und Elektronenmikroskop.*

Als Ergebnis der histochemischen Tests kann man zusammenfassen, daß das Ergastoplasma der medullären Plasmazellen reich an Ribonucleinsäure, Polysacchariden und Eiweißkörpern ist; letztere bilden den Inhalt der ergastoplasmatischen Säckchen. Elektronenmikroskopisch wurden der Kern, die Nucleolen, die Golgizone, das Ergastoplasma und die Zentriole beschrieben. Letztere sind zylinderförmig, aus kleinen Röhrchen bestehend, und besitzen an ihrer Außenfläche 1 bis 4 symmetrisch angeordnete homogene Fortsätze, 1300 Å lang und 800 Å dick.

E. MÖLBERT (Patholog. Inst. d. Univ. Freiburg): *Beitrag zur funktionellen Kontrastdarstellung der Leberparenchymzelle.*

Das Methylglukaminsalz der N 'N'-Adipin-di-(3-amino-2,4,6-trijod benzoessäure) mit einem Jodgehalt von 66,6% wird von der Leberparenchymzelle aus der Blutbahn aufgenommen und in die Gallekapillare ausgeschieden. Da dieser molekulare Stoff im Elektronenmikroskop einen genügend hohen Kontrast ergibt, kann er auf dem Weg durch die Leberparenchymzelle verfolgt werden. Nach Injektion in die Pfortader von Albinoratten kann das Kontrastmittel nach Durchtritt durch die Zellmembran in Form von 500 bis 1000 Å großen Granula im Cytoplasma beobachtet werden. Die Resorption erfolgt bevorzugt in einem Gebiet mit reichlich Mitochondrien und Ergastoplasmalamellen. Bei aller Kritik ist daraus zu schließen, daß die Aufnahme des Salzes nicht ein einfacher Diffusionsvorgang ist, sondern Energie erfordert.

2 Minuten nach der Injektion findet man das Kontrastmittel im Cytoplasmafeld zwischen Zellkern und Gallekapillare. Das Grundplasma wird von dem gleichmäßig verteilten, nun körnigen Kontrastmittel durchsetzt. Als Transportweg zur Gallekapillare dient zum Teil das Ergastoplasma, der größere Teil des Mittels nimmt seinen Weg durch das Grundplasma der Zelle. Das Kontrastmittel wird unabhängig von anderen Substanzen, welche die Zelle in die Gallekapillare ausscheidet, durch die Zotten der Kapillare abgegeben.

F. JUNG (Berlin) und W. GUSEK (Jena), (Pharmakolog. Inst. d. Humboldt-Univ. Berlin): *Elimination toxisch geschädigter Blutzellen in der Milz.* (Vorgetr. von W. Gusek)

Bereits vor Jahren wurden von Teitel im lichtoptischen Bild Fadenbildungen („hämatische Fäden“) beim Durchtritt von Blutzellen durch die Poren der Milzsinuswände beschrieben, wobei an den Wänden sog. „hämatische Körnchen“ hängenbleiben, die phagozytiert und zu Hämosiderin verarbeitet werden sollen. Laut Teitel handelt es sich hier um eine „Auskämmung“ weniger elastischen, körnigen Materials alternder Zellen. Diese Erscheinung konnte bisher nicht reproduziert werden. Das höhere elektronenoptische Auflösungsvermögen jedoch ließ diese feinen Fadenbildungen an Dünnschnitten normaler Rattenmilzen gut beobachten. — Da Phenylhydrazinvergiftung zur intrazellulären granulären Hb-Koagulation führt und damit zu einer Anreicherung des „auskämmbaren Materials“, verbunden mit einem Plastizitätsverlust der Zelle, konnte man in der Tat außerdem an Milzdünnschnitten solchermaßen vorbehandelter Tiere nachweisen, daß der Durchtritt derartig toxisch veränderter Ery durch die Poren der Sinuswände

und das Pulpamaschenwerk außerordentlich behindert wird; dies führt in reichlichem Maße zu bizarren Ausläufer- und Fadenbildungen. Das zurückbleibende, die Durchwanderung behindernde und zur Fadenausziehung führende Körnchen zeigte eindeutig granuläre Struktur, wie von Teitel seinerzeit angenommen wurde. — Durch den Plastizitätsverlust der tox. geschädigten Ery und damit stärkeren und vermehrten Festhängens in den Sinuswänden und Pulpamaschen bei der Zirkulation ist die Gelegenheit einer gesteigerten Phagozytose und Elimination gegeben.

J. KLIMA (Zentrallabor. f. Elektronenmikroskopie b. d. Med. Klinik d. Tierärztl. Hochsch. Wien): *Feinstrukturen bei Planaria alpina Dana (Turbellaria)*.

Planaria alpina Dana wurde mit verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten abgetötet und in Methacrylat eingebettet. Die Dünnschnitte wurden zum Teil mit Phosphorwolframsäure nachkontrastiert. Ein Schema vom Aufbau des Hautmuskelschlauches konnte entworfen und der Feinbau verschiedener Drüsenzellen geklärt werden. Das Epithel zeigt gute Übereinstimmung mit den Cortexstrukturen von Ciliaten. Eosinophile Drüsenzellen und Dotterstockzellen zeigen ergatsoplasmatische Strukturen sehr ähnlich denen der Pankreaszellen der Wirbeltiere.

W. NIKLOWITZ (Inst. f. Mikrobiol. u. Exp. Therapie, Jena): *Über Untersuchungen zur Substruktur der Myxomyceten*.

Auf Grund unserer Untersuchungen über die Struktur der Mikroorganismen anhand von ultradünnen Schnitten wurde über Beobachtungen der Plasmodien von *Badhamia utricularis* aus der Klasse der Myxomyceten (Schleimpilze) berichtet. Diese Organismen besitzen eine allgemein hohe submikroskopische Zellorganisation. Neben dem eigentlichen Cytoplasma ist es interessant, daß auch bei diesen Organismen die Mitochondrien eine tubuläre Feinstruktur aufweisen, wie sie für pflanzliche Mitochondrien wohl charakteristisch, auf der anderen Seite aber auch bei Protozoen und Insekten gefunden wurde. Eine Besonderheit ist die offene Verbindung des Lumen der Tubuli mitochondriales zum umgebenden Cytoplasma. Zu dem stark osmiophilen und bei starkem Elektronenbeschuß veränderlichen Granula in den Mitochondrien ist zu bemerken, daß die an anderen Organismen gemachten Beobachtungen unsere Vermutungen stützen, daß es sich bei diesen Granula um Zellgebilde handelt, an deren Aufbau kondensierte Phosphate beteiligt sind, wie sie neuerdings bei zahlreichen Mikroorganismen nachgewiesen werden konnten. Diese Beobachtung ist insofern von grundlegender Bedeutung, daß wir hier wahrscheinlich ein Objekt gefunden haben, welches vielleicht nähere Aufschlüsse über die mögliche Identität von Mitochondrien und kondensierten Phosphatgranula und ihre mögliche Genese, einem aktuellen Problem in der Bakteriologie, geben kann. Mit Hilfe des Licht-, U.V.- und Elektronenmikroskops wurde in verschiedenen Fällen die Wanderung basophiler Substanz aus dem Kern ins Cytoplasma beschrieben. Auf Grund der Tatsache, daß wir auch bei diesem Objekt Poren in der Kernmembran beobachten, können wir die Aussage machen, daß die besonders erwähnten Plasmapartien, die den Poren unmittelbar zugeordnet sind, wahrscheinlich das elektronenmikroskopische Abbild des Substanztransportes vom Kern ins Cytoplasma darstellen.

K. ZAPF (Inst. f. Med. u. Biologie d. Dt. Akad. d. Wiss., Berlin-Buch): *Vergleichende Untersuchungen über Vermehrung und Zellorganisation des Mycobakterium tuberculosis (BCG)*.

Von Ein-Zell-Kulturen ausgehend, wird über Wachstum, Vermehrung und Zopfbildung in ihrer Beziehung zur Zellorganisation des BCG-Stammes

nach mikrokinematographischen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen berichtet. Feinstruktur des Cytoplasmas, Aufbau und Bedeutung der cytoplasmatischen Einschlüsse wurden anhand von Ultradünnschnitten erörtert.

Eine Methode der Zielpräparation ultradünner Schnitte wurde mitgeteilt.

G. KÖPPEL (I. Med. Univ.-Klinik und II. Phys. Inst. d. Univ. München): *Über den Einfluß von Temperaturschwankungen auf die Gestalt von Thrombozyten im Zitratplasma.*

Es wurde der Einfluß von Temperaturschwankungen auf folienadhärente Thrombozyten aus menschlichem Zitratplasma untersucht, nachdem die Präparate bei 37, 23 und 4 °C in feuchten Kammern aufbewahrt oder nacheinander diesen Temperaturen ausgesetzt waren. Beurteilt wurden Klebrigkeit und extravasale Metamorphose (Sternform, Übergangsform, Ausbreitungsform, Auflösungserscheinungen) der Thrombozyten, sowie die Gestalt und Form der Pseudopodien der Sternformen.

Die Klebrigkeit der Thrombozyten wächst mit steigender Temperatur; einmal haftende Thrombozyten bleiben auch bei Abkühlung kleben.

Bei konstanter mittlerer Temperatur ist die individuell unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit am stärksten ausgeprägt, woraus ein morphologisch buntes Bild des Präparats resultiert. Bei 37° konnten „Wärme-“, bei 4 °C „Kältepseudopodien“ beobachtet werden, die durch Überführung der Präparate in einen anderen Temperaturbereich innerhalb gewisser Grenzen in die entsprechende andere Form verwandelt werden.

Die Ausbreitungstendenz ist sowohl im oberen wie im unteren Temperaturbereich reduziert. Bei mittlerer Temperatur herrschen die günstigsten Bedingungen für die Ausbreitung.

Durch wiederholtes Abkühlen und Wiedererwärmen findet ein Ausgleich der individuellen Reaktionsgeschwindigkeiten der Thrombozyten statt, sodaß die gegen die Ausbreitung und den Zerfall resistenter erscheinenden Individuen labilisiert werden; solche Präparate bieten infolge protrahierter Ausbreitung und Lyse der Plättchen ein ziemlich uniformes Bild. Besonders letztere Beobachtung verdient im Hinblick auf Untersuchungen über den Einfluß von intermediären Gerinnungsprodukten und -faktoren auf die Gestalt der Thrombozyten besondere Beachtung, da diese bei Temperaturen von 37 °C durchgeführt werden.

2. Parallelsitzung: Elektronenoptik

Vorsitz: A. Recknagel (Dresden)

O. Scherzer (Darmstadt)

F. THON (Siemens & Halske AG., Wernerwerk f. Meßtechnik, Entwicklungs-Abt., Berlin-Siemensstadt): *Vergleichende Untersuchungen an Elektronenstrahlern verschiedener Geometrie.*

Triodensysteme verschiedener Geometrie wurden hinsichtlich ihrer maximalen Richtstrahlwerte und der Stromdichteverteilungen in verschiedenen Kathodenabständen verglichen. Die geometrischen Bündelformen wurden ausgemessen.

Dabei zeigte sich, daß bei den zur Einstellung kleiner Strahlströme bei normaler Kathodenheizung ($T = 2700$ °K) erforderlichen hohen Wehnelt-Voltspannungen ein Fernfokus mit einer Anordnung nach Steigerwald [OPTIK 5, 469—78, 1949] nicht zu erreichen war, jedoch bei günstiger Dimensionierung ein nahezu paralleles, intensives Strahlenbündel erzielt werden kann.

Mit einem solchen System wurden bei einem Durchmesser des bestrahlten Bereiches von 0,3 mm bei 25 μ A Strahlstrom Objekstromdichten erreicht, die eine 100 000 fache elektronenoptische Vergrößerung ohne Verwendung eines Kondensors gestatten.

S. MARUSE und Y. SAKAKI (Elektrotechn. Inst. d. Univ. Nagoya/Japan): *Über einige elektronenoptische Eigenschaften der Spitzenkathode.* (Vorgetr. von F. Lenz)

Mitteilung einiger experimenteller Ergebnisse über die optischen Eigenschaften von Spitzenkathoden, die einen hohen Richtstrahlwert bei langer Lebensdauer haben. Aus experimentellen Daten folgt, daß die Elektronenemission bei Feldstärken der Größenordnung 10^7 cm vor der Kathodenspitze wesentlich durch den Schottky-Effekt bestimmt wird. Mit Spitzenkathoden lassen sich mehr als 2 Zehnerpotenzen höhere Richtstrahlwerte erzeugen als mit üblichen Glühkathoden gleicher Temperatur. Als Lebensdauer werden 4 bis 5 Wochen angegeben.

W. DIETRICH (Lehrst. f. Exp. u. Angew. Phys., Tübingen): *Messung der anomalen Energiebreiten des Elektronenstrahls mit dem verbesserten elektrostatischen Geschwindigkeits-Analysator.*

Die von H. Boersch mit der Gegenfeldmethode gefundenen, von der Stromdichte abhängigen anomalen Energieverbreiterungen im Elektronenstrahl wurden bestätigt. Die Untersuchungen wurden an der Wolfram-Kathode und der Bariumoxyd-Kathode durchgeführt. Bei geringen Strahlströmen (2 μ A) wurden Maxwell-Verteilungen, bei höheren Stromdichten dagegen verbreiterte, symmetrische Gaußsche Verteilungskurven gemessen.

Es gelang, unter Ausschaltung der Energieverbreiterungen bei geringem Strahlstrom Spektren von 35 keV-Elektronen nach Wechselwirkung mit den Edelgasen Helium, Neon, Argon, Krypton und Xenon aufzunehmen. Sie zeigten gegenüber früher eine wesentliche Verschärfung und weitere Aufspaltungen in den Verlusttermen.

T. HIBI und S. TAKAHASHI (Tohoku-Univ., Research Inst. f. Scientific Measurements Sendai/Japan): *Die Erzielung hohen Auflösungsvermögens mit einem gewöhnlichen zweistufigen Elektronenmikroskop.* (Vorgetr. von T. Hibi)

Beschreibung eines zweistufigen Elektronenmikroskops für 50 kV mit je einer Kondensor-, Objektiv- und Projektivlinse ohne Stigmator. Als Strahlerzeuger wird eine Spitzenkathode verwandt. Die Objektiv- und Projektivlinse haben Brennweiten von etwa 1,5 mm, und der Objektträger ist schmaler und länger als üblich. In der Ebene des Zwischenbildes befindet sich eine Blende von 0,6 mm ϕ . Durch die aufgezählten Maßnahmen wird eine Verbesserung des Auflösungsvermögens gegenüber dem üblichen zweistufigen Elektronenmikroskop erzielt.

K.-J. HANSZEN (PTB Braunschweig): *Bestimmung des Öffnungsfehlers von Elektronenlinsen mit dem Schattenverfahren.*

Untersuchungen an einer Elektronen-Einzellinse mit konischer Bohrung der Innenelektrode ergaben, daß der Öffnungsfehler dieser Linse bei hohen Vergrößerungen kleiner als derjenige der zugehörigen symmetrischen Linse ist, wenn die Linsenseite mit dem steileren Potentialgefälle der Objektseite zugekehrt liegt; im anderen Falle liegen die Verhältnisse umgekehrt. Auf eine Korrektur der gemessenen Öffnungsfehler auf unendliche Vergrößerung wurde verzichtet, da eine solche Umrechnung mit Hilfe der vier im Experiment ermittelten Schattenvergrößerungen nicht exakt möglich ist. Insbesondere wurde auf die Problematik der Verwendung von Brenn- und

Hauptpunkten im außeraxialen Gebiet hingewiesen. Will man mit ihrer Hilfe den Öffnungsfehler beschreiben, so muß auch bei feldfreiem Objekt- und Bildraum eine dieser beiden Größen als vergrößerungsabhängig angesehen werden. Im *Seidelschen* Gebiet dürfte diese Vergrößerungsabhängigkeit jedoch in Übereinstimmung mit experimentellen Untersuchungen nur eine untergeordnete Rolle spielen.

E. HAHN (Jena): Zur numerischen Durchrechnung von elektrostatischen Immersionsobjektiven.

Sind auf einem Zylinder vom Radius 1 stetige Randwerte mit stückweise stetiger Ableitung rotationssymmetrisch vorgegeben, so läßt sich das Feld im Innern mit Hilfe einer von *S. Bertram* [J. APPL. PHYS. 13, 496, 1942] tabulierten Funktion durch Integration gewinnen. Hiervon wird bei der Berechnung des Achsenpotentials von elektrostatischen Immersionslinsen Gebrauch gemacht, indem der Randwertverlauf zwischen Kathode und *Wehnelt* einerseits und *Wehnelt* und Anode andererseits geradlinig angenommen wird. Obwohl bei Annahme dieses Randwertverlaufs das Achsenpotential auf 4 Dezimalen genau ist, machen sich infolge der Abrundungen Oszillationen in dessen 3. Ableitung störend bemerkbar, so daß ein Glättungsverfahren angesetzt werden muß. Dieses wird jedoch nicht an den Ableitungen, sondern an den Differenzfunktionen vorgenommen. An die Stelle der Rückintegration tritt ein Formelsystem, das unter Berücksichtigung von Randwerten n Werte zu berechnen gestattet, dessen $n + p$ Differenzen p -ter Ordnung sich willkürlich vorgegebenen $n + p$ Werten im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate am besten anpassen. [*E. Hahn*, Z. ANGEW. MATH. U. MECH., in Vorbereitung]. An einem der gewonnenen Achsenpotentiale ist in Abhängigkeit von der *Wehnelt*-spannung die Berechnung der Kardinalelemente durchgeführt und für 3 durch gewisse optische Eigenschaften ausgezeichnete *Wehnelt*-spannungen der Verlauf der Öffnungsfehlerfunktion berechnet worden. Die Berechnung stützt sich dabei auf Methoden, die der Verfasser [JENAER JAHR- BUCH II, 1957] in Anlehnung an eine Arbeit von *Recknagel* [Z. PHYS. 117, 689, 1942] entwickelt hat.

W. WEITSCH (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen): Über eine Kompensation der Farbabhängigkeit der Vergrößerung im elektrostatischen Elektronenmikroskop.

Im allgemeinen werden die Projektive der Elektronenmikroskope so dimensioniert, daß das Endbild verzeichnungsfrei ist. Bei dickeren Objekten tritt aber eine merkliche vom Objektiv herrührende Farbabhängigkeit der Vergrößerung auf. Es wurde der Versuch gemacht, für ein elektrostatisches Elektronenmikroskop mit 2- bzw. 3 stufigem Strahlengang diesen Farbfehler durch geeignete Dimensionierung der Projektive zu kompensieren. Bei voller Kompensation muß eine geringe Verzeichnung des Endbildes oder eine stärkere Bildfeldbegrenzung in Kauf genommen werden.

F. LENZ (Lehrst. f. Elektronenopt. u. Feinmech. d. Rhein.-Westf. TH, Aachen): Stigmatische Abbildung in nicht rotationssymmetrischen Linsen.

Auch bei der Abbildung durch Linsen mit gestörter Rotationssymmetrie gibt es immer einen stigmatisch abbildbaren Objektpunkt.

W. D. RIECKE und P. SCHISKE (Inst. f. Elektronenmikroskopie am Fritz-Haber-Inst. d. MPG, Berlin-Dahlem): Anwendung der Theorie der dreizähligen Kaustik zu Messungen an langbrennweitigen Linsen. (Vorgetr. von *W. D. Riecke*)

Die von *Lenz* [Proc. Intern. Conf. Electron Microscopy, London 1954, S. 83] berechneten Kaustikquerschnitte bei dreizähliger Unrundheit der erzeugen-

den Linse wurden mit experimentell erhaltenen Intensitätsverteilungen verglichen. Besonders die in der Nähe der *Gaußschen* Ebene liegenden Bereiche wurden untersucht und die hierzu gehörenden Kaustikquerschnitte berechnet. Die Experimente ergaben eine gute Übereinstimmung mit der Theorie. Der zweizählige axiale Astigmatismus der untersuchten langbrennweitigen Linse wurde durch einen elektromagnetischen Stigmator korrigiert; dieser bestand aus 8 sternförmig angeordneten Spulen, die als zwei um 45° gegeneinander verdrehte Zylinderlinsen mit unabhängig voneinander einstellbarer Brechkraft geschaltet waren.

Lenz berechnet die Kaustikquerschnitte in dimensionslosen Koordinaten W und Z , die sich durch

$$w = W |C_3|^3 / C_s^2 (\bar{C}_3 / C_3)^{1/3} \quad \text{und} \quad \xi = Z |C_3|^2 / C_s$$

in die Ortskoordinaten w und ξ des Bildraumes transformieren lassen. Bedeutet $|w_{ch}|$ eine charakteristische Abmessung des Kaustikquerschnittes (im folgenden den Durchmesser des äußeren Kaustikmantels) und $|W_{ch}|$ die entsprechende dimensionslose Größe, so ergeben sich der Öffnungsfehler C_s und der Absolutbetrag des Koeffizienten der dreizähligen Unrundheit $|C_3|$ zu:

$$C_s = \frac{|W_{ch}|^2}{Z^3} \frac{\xi^3}{|w_{ch}|^2} \quad \text{und} \quad |C_3| = \frac{|W_{ch}|}{Z^2} \frac{\xi^2}{|w_{ch}|^2}$$

$|W_{ch}|^2/Z^3$ und $|W_{ch}|/Z^2$ lassen sich als Funktionen des Quotienten aus der vom äußeren Kaustikmantel umgrenzten Fläche und der mittleren Fläche des Kaustiksternes angeben. In dem zur Bestimmung des Öffnungsfehlers praktisch wichtigen Bereich ($Z < -50$) ist angenähert

$$C_s = 0,6 \xi^3 / |w_{ch}|^2.$$

W. TRETNER (Fernseh GmbH, Darmstadt): *Existenzbereiche von Elektronenlinsen.*

Zwischen den Kenngrößen von Elektronenlinsen bestehen Zusammenhänge in dem Sinne, daß die Festlegung einzelner Größen den Wertebereich anderer Größen einschränkt. Ermittelt man mit Hilfe der Variationsrechnung die Werte, die beispielsweise die Konstante C_3 des Öffnungsfehlers dritter Ordnung bei rotationssymmetrischen elektrischen Linsen annehmen kann, wenn die Potentiale Φ_o und Φ_b in Objekt und Bild und der Maximalwert $|\Phi|_m$ der elektrischen Feldstärke auf der Achse sowie die Vergrößerung V vorgegeben sind, so erhält man den Existenzbereich

$$\infty \geq C_3 |\Phi'|_m / \Phi_o \geq 0,23 (1 + V^{-4} \Phi_o / \Phi_b).$$

Gibt man bei rotationssymmetrischen magnetischen Feldern die Brennweite f und den Größtwert der relativen Schroffheit des Feldabfalles $|B'/B|_m$ vor, so kann man den Existenzbereich angenähert darstellen durch

$$1/2 (f|B'/B|_m)^3 \geq C_3 |B'/B|_m \geq 0,239.$$

Solche Existenzbereiche geben also an, ob Elektronenlinsen möglich sind, bei denen mehrere optische Kenngrößen und Betriebsdaten gleichzeitig bestimmte Zahlenwerte annehmen können.

W. E. MEYER (Inst. f. Theor. Phys., Darmstadt): *Die Sichtbarmachung von Fehlerfiguren.*

Zur Justierung sphärisch korrigierter Mikroskope müssen außer den Beugungssäumen auch die Fehlerfiguren herangezogen werden. Fehlerfiguren

werden auf dem Leuchtschirm sichtbar, wenn eine Folie mit sehr feinen Löchern durch einen Kondensor großer Öffnung so bestrahlt wird, daß Randstrahlen des Kondensors den Kathodenbrennfleck in die Objektebene abbilden. Der Öffnungsfehler des Kondensors sorgt dann dafür, daß durch jedes Loch außer einem achsenparallelen Strahl nur solche Strahlen hindurchtreten, die auf dem Mantel eines Kegels großer Öffnung liegen. Der achsenparallele Strahl erzeugt das *Gaußsche* Bild des Loches, die Mantelstrahlen erzeugen eine für die Fehler des Objektivs charakteristische geschlossene Kurve. Beispiele so aufgenommener Fehlerfiguren wurden im Lichtbild gezeigt.

H. SEEMANN (Heidelberg, Konstanz, Freiburg/Br.): *Starke Verzerrungen von Licht- und Elektronenstrahlbildern in Zylinder- und Kegelspiegeln.*

Die außerordentliche Tiefenschärfe von Elektronenlinsen infolge ihrer sehr kleinen Apertur tritt am deutlichsten hervor, wenn man magnetische Linsenfelder durch feste Einbringung kleiner ferromagnetischer Hohlspiegel in nächste Nähe des Objekts stark deformiert, um entsprechend starke Bildverzerrungen neben den unverzerrten Bildern mit oder ohne gegenseitige Überlagerung gleichzeitig zu erzeugen. Originalnegative derartiger Aufnahmen, die auf den Wandschirm projiziert werden, zeigen außer der 100fachen unverzerrten Vergrößerung eines Metall-Feinsiebes Zerrbilder aller Grade bis zum 100fachen der Länge einzelner Maschenbilder bei gleichzeitiger Verkleinerung ihrer Breite bis auf $\frac{1}{10}$.

Aus der Tatsache, daß ein Unterschied der Randschärfe zwischen den unverzerrten und verzerrten Maschenbildern nicht feststellbar ist, darf geschlossen werden, daß die bekannte, vergleichsweise geringe Drehverzerrung durch magnetische Linsen keine merkliche Minderung der Auflösung mit sich bringt. Mathematische Anwendung: Kombinatorische Topologie.

DIENSTAG, DER 24. SEPTEMBER 1957

Vormittag

Gemeinsame Sitzung: Einzelprobleme

Vorsitz: M. v. Ardenne (Dresden)

G. MÖLLENSTEDT, H. SEILER und G. JUNGER (Lehrst. f. Exp. u. Angew. Phys., Tübingen): *Ionen-Bildwandler-Mikroskopie.* (Vorgetr. von H. Seiler)

Die bisherigen, den Elektronenmikroskopen nachgebildeten Ionenmikroskope sind wegen der selbst in dünnsten Folien eintretenden starken Streuabsorption und der großen chromatischen Verluste der Ionen nicht in der Lage, Bilder von durchstrahlten Objekten zu erzeugen.

Folgender Weg erlaubt dagegen, Ionenbilder in Durchstrahlung zu erhalten: In Analogie zu dem von G. Möllenstedt und L. Y. Huang [Symposium on X-Ray Microscopy and Microradiography, Cambridge/England 1956; ferner Z. PHYS. 1957, im Druck] entwickelten *Röntgen-Bildwandler-Mikroskop* wird das auf eine dünne metallisierte Kohlenstoff-Folie aufgelegte Objekt mit Ionen durchstrahlt. Die auf der Rückseite ausgelösten Elektronen werden mittels eines Immersions-Objektives zu einem Bild zusammengeführt.

Erste Lithium-Bilder in Durchstrahlung von Na-Dodezylsulfat und Muskovit-Einkristallen werden gezeigt und die Ähnlichkeit bzw. der Unterschied zu Elektronenbildern infolge echter Absorption bei Ionen und Streuabsorption bei Elektronen deutlich gemacht.

W. LIPPERT (MPI f. Biophys., Frankfurt a. M.): *Quantitative Untersuchungen über Objektveränderungen im Elektronenmikroskop.*

Es wurde über Veränderungen der Durchlässigkeit von Folien aus Zaponlack, Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Formvar und Kohle durch die Elektronenbestrahlung berichtet. Die Strahlstromstärke wurde bei den Versuchen so gering gewählt, daß Temperatureffekte keine Rolle spielen. Der Substanzabbau erweist sich, wie zu erwarten, als Volumeffekt; er ist für die einzelnen genannten Materialien charakteristisch. Die Substanzanlagerung ist, wenigstens nach stärkerer Bestrahlung, ein Oberflächeneffekt; sie hängt offenbar u. a. weitgehend von den Eigenschaften des Restgases im Elektronenmikroskop ab.

H. BROCKES und H. KÖNIG (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Zur Veränderung organischer Folien bei Elektronenbestrahlung.*

Der Massenschwund organischer Folien beim Evakuieren, bei Elektronenbestrahlung und Erwärmung wurde systematisch unter dem Einfluß verschiedener Ladungsdichten untersucht. Dickenänderung, Ultrarotspektrum, Spektrum im Sichtbaren und Leitfähigkeitsänderungen tragen zur Aufklärung bei.

Das Ultrarotspektrum von Glimmentladungspolymerisaten, die unter verschiedenen Herstellungsbedingungen entstanden sind, wurde diskutiert.

T. HIBI und K. YADA (Tohoku-Univ., Research Inst. f. Scientific Measurements Sendai/Japan): *Untersuchungen über die Aufdampfmethode für die Elektronenmikroskopie* (Voretr. von T. Hibi)

Es wird über Untersuchungen zur Verbesserung des Auflösungsvermögens von metallbedampften Abdrucken berichtet. Die Beschattung ist umso besser, je geringer der Abstand von der Verdampfungsquelle zum Objekt ist, solange die Wirkung der direkten Wärmestrahlung vernachlässigt werden kann. Eine zur Erzielung einer möglichst punktförmigen Verdampfungsquelle besonders geeignete Form eines doppelt gewundenen Trägerdrahtes wurde beschrieben. Eine als dynamische Verdampfung bezeichnete Methode, bei welcher der Kontakt einer Verdampfungsquelle für Substanzen hoher Verdampfungstemperatur periodisch unterbrochen wird, liefert gute Ergebnisse.

J. KLIMA (Zentrallabor. f. Elektronenmikroskop. b. d. Med. Klinik d. Tierärztl. Hochsch. Wien): *Erfahrungen mit verschiedenen Fixierungsflüssigkeiten bei Methacrylateinbettung.*

Hühnerbluterythrocyten wurden verschieden fixiert und vor und nach der Polymerisation mit Hilfe des Anoptralkontrastes untersucht. KMnO_4 neigt bei Polymerisation bei 60° nicht zu Boryskoschäden. Neutralisiertes Formol erwies sich als sehr empfindlich gegenüber der Entwässerung. Durch nachfolgende Behandlung mit OsO_4 , KMnO_4 oder Pikrinsäure konnte es gegenüber dem Entwässerungsgang beständiger gemacht werden. Boryskoschäden traten bei Polymerisation bei 60° nicht auf. Mit Pikrinsäure fixiertes Material wies bei Polymerisation bei 60° sehr schwere Boryskoschäden auf; diese konnten völlig vermieden werden, wenn man in dem Methacrylatgemisch Spuren von Pikrinsäure vorher löst (Konzentration etwa 10^{-4} bis 10^{-5}).

E. MENZEL (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Dickenmessung von Mikrotomschnitten und dünnen Schichten mit dem Sonden-Mikroskop.*

Ein kommerzielles Lichtmikroskop erlaubt mit mäßigem zusätzlichem Aufwand sehr genaue Dickenmessungen an Objekten, die nach dieser Messung mit dem Elektronenmikroskop untersucht werden sollen. Hinter der

verkleinerten Abbildung eines Dreifachspalts in das Meßobjekt liegt die Interferenzerscheinung; sie verschiebt sich meßbar in Achsenrichtung, wenn die zu messende Schicht zunächst nur einen und dann zwei von den drei Spalten bedeckt. Kleine Gangunterschiede können mit einem mittleren Fehler von 15 Å gemessen werden; bei größeren Gangunterschieden entsteht zusätzlich ein relativer Meßfehler von 1 bis 2%. Gangunterschiede zwischen $\lambda/2$ und 5λ können mit Zweispalt-Interferenzen auf $\lambda/10$ genau gemessen werden. Brechzahl und Dicke der Schichten ergeben sich einzeln aus den Messungen in zwei verschiedenen Immersionen oder aus der Kombination von Messungen im durchfallenden und im reflektierten Licht [OPTIK 14, 151, 1957].

1. Parallelsitzung: Biologische Feinstruktur

Vorsitz: C. Wolpers (Lübeck)

K. H. ANDRES und D. PETERS (Tropeninst., Abtlg. f. Virusforsch., Hamburg): *Elektronenmikroskopische Diagnostik an einem Fall echter Pocken.* (Vorgetr. von K. H. Andres)

Die herkömmlichen Laboratoriumsmethoden zur Sicherung der klinisch gestellten Pockendiagnose (färberische Darstellung der *Paschenkörper*, *Paulscher Versuch*, Eikultur und Komplementbindungsreaktion) erfüllen nur bedingt die Forderung nach einem schnell gesicherten Ergebnis. Bei einem Fall echter Pocken (*Variola major*) haben wir den Nachweis der Elementarkörper elektronenoptisch schnell führen können. Im Beginn des Suppurationsstadiums wurde aus einigen Pusteln Lymphe entnommen und mit Hilfe der „indirekten Tupfmethode“ [D. Peters, Th. Nasemann, Z. TROPENMED. PARASITOL. 4, 11, 1952] präpariert. Ein Teil der Präparate wurde mit OsO_4 bzw. Alkohol-Eisessig fixiert, etliche mit Uran bedampft. Die Elementarkörper waren in typischer Lagerung und Gestalt gut zu erkennen und zeigten die gleichen Merkmale wie sie uns vom Vaccine-Virus her bekannt sind. Vereinzelt wurden Formen beobachtet, wie sie regelmäßig nach proteolytischem Abbau des Vaccine-Virus auftreten.

Einige Pockenpusteln wurden nach vorheriger Vereisung mit Chloräthyl in toto exzidiert und sofort in üblicher Weise für die Ultramikrotomie präpariert. Zur Orientierung im Objektblock dienten Schnitte von etwa $0,5 \mu$, die phasenkontrastoptisch betrachtet wurden. Elektronenoptisch ließen sich schnell Viruspartikel enthaltende Zellen auffinden. Diese lagen ausschließlich in Randzonen der Pusteln. Die Schnittbilder der Elementarkörper entsprachen in jeder Hinsicht denen des Vaccine-Virus [s. D. Peters, NATURE 178, 1453, 1956]. Sie zeigten eine umgebende Doppelmembran; hantelförmige Innenstrukturen und Lateralkörper im Vertikalschnitt sowie rechteckige Formen im Horizontalschnitt.

V. DOSTAL und M. AUST (Hygien. Inst. d. Univ. Freiburg i. Br.): *Beobachtungen an Virus-infizierten Gewebekulturzellen.*

Untersuchungen von Gewebekulturzellen, die mit verschiedenen Viren infiziert wurden, haben gezeigt, daß es nach der Infektion zu einem Anstieg der Mitosen kommt. Dieser Anstieg ist nur kurzdauernd. Ferner hat sich ergeben, daß die Zunahme der Viruskonzentration nach dem Abfall der Mitoserate einsetzt. Es liegt nahe, die Zunahme der Mitosen mit der Multiplikation der Viren zu koordinieren. Unter anderem wurde versucht, auch elektronenoptisch die frühen Stadien der Virusmultiplikation (Echo-9-Virus) in Dünnschnitten darzustellen und sie in Beziehung zu den Beobachtungen zu bringen.

U. HEINE (Inst. f. Med. u. Biol., Berlin-Buch): *Nachweis von virusartigen Partikeln in zellfrei übertragbaren Mäuseleukämien.*

In mehreren Arbeiten berichteten wir über das Auftreten von myeloiden Leukämien bei der Maus, die durch Injektionen zellfreier Tumorfiltrate in hohem Prozentsatz hervorgerufen werden konnten. [A. Graffi, H. Bielka, F. Fey, F. Scharsach, R. Weiss, NATURWISS. 41, 503, 1954; A. Graffi, H. Bielka, F. Fey, U. Heine, NATURWISS. 42, 421, 1955]. Die Art der Aufarbeitungen — Filtrationen mit Hilfe bakteriendichter Membranfilter und hochtourige Zentrifugationen — zeigten, daß möglicherweise subcelluläre Partikeln für die leukämische Wirkung des Extraktes verantwortlich zu machen seien. Der Nachweis derartiger Partikeln gelang durch Anwendung der Feinschnitttechnik im el.-opt. Bild. Wir fanden im Citoplasma und an der Oberfläche leukämischer Zellen des Halslymphknotens Partikeln virusähnlicher Natur. Es sind runde Körperchen, deren Durchmesser zwischen 60 und 70 μ liegt. Sie sind von einer osmiophilen Membran umgeben und besitzen in ihrem Zentrum einen stark osmiophilen Binnenkörper. Die Partikeln sind innerhalb der Zellen oft an Membranen angelagert. Wir können heute noch nicht entscheiden, ob es sich bei diesen Membranen um Ergastoplasmalamellen oder um Mitochondrienreste handelt. Wir konnten diese virusartigen Partikeln deutlich von normalen Zellbestandteilen unterscheiden. Sie stimmen in Größe und Form mit den in anderen filtrierbaren Tumoren gefundenen Partikeln gut überein, und wir glauben, einen Zusammenhang zwischen diesen Partikeln und dem filtrierbaren, leukämogenen Agens unserer Leukämien annehmen zu dürfen.

TH. NEMETSCHKE (Inst. f. Elektronenmikroskopie Düsseldorf): *Kollagen im Zell- und Gewebsverband.*

Kollagenfibrillen aus erwachsenen, jugendlichen und embryonalen Organ bzw. Bindegewebe wurden an Hand von ultradünnen Schnitten untersucht. Fibrillen mit unterteilter Querstreifung konnten an allen mikroskopierten Objekten beobachtet werden. Kollagenfibrillen, die keine Querstruktur erkennen ließen, zeigten keine fasergebundenen Ursachen für das Ausbleiben dieser Struktur. Feine Kollagenfibrillen ($< 250 \text{ \AA}$) besitzen das gleiche Aussehen wie dickere Fibrillen und können selbst bei etwaig kürzeren Perioden ($< 500 \text{ \AA}$) mit diesen gleichgesetzt werden. Jungliches und embryonales Gewebe zeigt scheinbar intrazellulär gelegene Kollagengruppen. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man jedoch, daß es sich hierbei um Kollagengruppirungen in Zellnischen handelt. Es konnten keine charakteristischen Vorstufen des Kollagens weder in, noch außerhalb der Bindegewebszellen beobachtet werden. Auf einen etwaigen Zusammenhang zwischen einer feinversponnenen Grundsubstanz und der Kollagenentstehung wird hingewiesen.

K. KÜHN (Eduard-Zintl-Inst. d. TH Darmsadt): *Untersuchungen über die im Elektronenmikroskop sichtbare Querstreifung des Kollagens.*

Eine hochunterteilte Querstreifung ist bekanntlich bei Kollagenfibrillen im Elektronenmikroskop nur nach „Anfärbung“ z. B. mit Phosphorwolframsäure (PWS) zu beobachten.

Die PWS-Aufnahme wurde untersucht: bei nativem und gequollenem Kollagen, nach Blockierung oder Beseitigung der ϵ -Aminogruppen des Lysins und Oxylysins und nach Veränderung der Guanidogruppen des Arginins.

Die Untersuchungen ergaben folgendes:

Ein Molekül PWS reagiert stöchiometrisch mit drei Aminosäureestern. — 480 mg PWS/g Kollagen werden durch die Guanidogruppen gebunden. Sie lassen sich nicht auswaschen und sind für die Ausbildung der Querstreifen verantwortlich. — 400 mg/g Kollagen werden auswaschbar an die ϵ -Amino-

gruppen gebunden. Sie spielen für die Ausbildung der Querstreifen keine Rolle.

Vermutlich entsteht die hochunterteilte Querstreifung so, daß ein PWS-ion drei Guanidogruppen aus drei benachbarten Polypeptidspiralen in einer Ebene fixiert. Dadurch kommen homologe Abschnitte der Spiralen, z. B. Anhäufungen von schweren und polaren Aminosäuren, genau nebeneinander zu liegen, d. h. die Fibrillen werden geordnet.

Die Kontrastwirkung spielt bei der „Anfärbung“ nur eine geringe Rolle. Durch Behandeln mit basischen Chrom(III)salzen (die Bindung erfolgt über die Carboxylgruppen) kann man dieselbe hochunterteilte Querstreifung erzielen. Dabei werden nur 50 mg Chrom/g Kollagen aufgenommen, also nur $\frac{1}{10}$ der Masse, die bei der „Anfärbung“ mit PWS notwendig ist.

F. W. SCHLOTE (Zoolog. u. Anatom. Inst. Göttingen): *Verdopplungsreihen im Durchmesser von Myofilamenten.*

In glatten Muskelzellen der Weinbergsschnecke finden sich Myofilamente von 130, 190, 280 Å ϕ . Diese Zahlen verhalten sich annähernd wie 1 : $\frac{1}{2}$: 2. Setzt man den Befund zu den aus der Literatur bekannten Durchmessern von Myofilamenten in Beziehung, so ergibt sich eine geometrische Reihe, deren Steigung 2, gelegentlich $\frac{1}{2}$ beträgt. Sie beginnt bei etwa 15 Å, endet bei etwa 260 Å. Die Verdopplungsreihe läßt sich formal beschreiben: (1) als geradzahlige Vervielfachung dünner Filamente, welche im Bündel beisammenbleiben; (2) als Aufschraubung eines dünnen Filamentes, Durchmesser a , zu einer Schraube des Durchmessers $2a$ [Fr. W. Schlote, Z. NATURFORSCH. 1957, im Druck]. Längsschnitte durch glatte Muskelzellen bestätigen beide Möglichkeiten. Spindelartige Verdickungen von Filamenten erweisen sich als Aufschraubungen von je einer Windung. Sie können zu mehreren hintereinander auf einem Myofilament liegen. Alle Übergänge vom gestreckten Filament zur Schraube geringer Windungszahl lassen sich leicht finden. — Dort, wo dicke Filamente im Anschnitt getroffen sind, erkennt man, daß sie sich aus mehreren Längseinheiten zusammensetzen. Auf Längsschnitten stößt man außerdem immer wieder auf „Verwerfungszonen“, an denen alle Myofilamente plötzlich für eine \pm lange Strecke aus ihrer gewohnten Längsrichtung abbiegen, um danach wieder in die ursprüngliche Richtung zurückzukehren. Man kann derartige Zonen verstehen, wenn man annimmt, daß, abhängig vom Erregungszustand, jedes Filament unter \pm starker innerer Torsion steht, die bei geringem Nachlassen der äußeren Spannung zu einem Umeinanderwinden des Filamentes, ggf. an vorgegebenen Stellen führt.

CH. GREGOIRE (Biochem. Labor. d. Univ. u. Centre National de Rech. Métallurg., Liège): *Über die organischen Bestandteile der Perlmutter.*

Das organische Fachwerk von Perlmutter (normale und geätzte innere Schalen- und Bruchoberflächen, Quer- und Flachscliffen), welches zwischen den Elementarlamellen und den in diesen Lamellen eingereihten Perlmutterblättchen (Aragonitkristalle) eingelagert ist [W. J. Schmidt, 1924], wurde mit der Abdruckmethode elektronenmikroskopisch studiert. In den interlamellären organischen Schichten wurde ein spitzenartiges Gerüst beobachtet, dessen Zeichnung verschieden in den verschiedenen studierten Arten ist. Für die entsprechende Art erweist sich eine große Ähnlichkeit zwischen diesen spitzenartigen Strukturen und solchen von entkalkten und mittels Ultraschall auseinandergespalteten Perlmutterhäutchen, welche in früheren Versuchen [Grégoire, Duchâteau und Florkin, 1949, 1955] beschrieben wurden.

P. SITTE (Labor f. Elektronenmikroskopie d. Univ. Innsbruck): *Untersuchungen an formfixierten Wurzelspitzenzellen der Erbse.*

Das Fixierungsproblem für pflanzliche Zellen und Gewebe wurde an Hand von elektronenmikroskopischen Untersuchungen an Wurzelmeristemen

diskutiert. Auf Grund von Reihenfixierungen bei versch. $pH(3,8-8,0)$ und versch. osmotischem Wert ($0,04-4,0$ -molar) durch Zusatz von Harnstoff, Glycerin, Dextrose und Saccharose wurde für diese Objekte der Nachweis geführt, daß bei Fixierung mit OsO_4 -Lösungen weder die Isotonie noch die Pufferung des Fixateurs die Entstehung gewisser Artefakte verhindern kann. Das Plasma wird von ungepufferter OsO_4 -Lsg. am besten erhalten, doch treten infolge der Hypotonie starke Quellungen an Mitochondrien, Proplastiden und den Elementen des Endoplasmatischen Reticulum (somit auch der Kernmembran) auf. —

Über vergleichende phasenoptische Beobachtung des Fixierungsverlaufes an Blattepidermen und Mesophyllgewebe bei Fixierung mit Chromaten und Bichromaten, Uranylsalzen, Jod, Phosphorwolframsäure, Formol und OsO_4 wurde berichtet; nur Formol und OsO_4 erhalten lebensgetreu. Im Elektronenmikroskop erweist sich die Fixierung mit durch Pyridin neutralisiertem Formol für die meristematischen Pflanzenzellen in mancher Hinsicht der üblichen Fixierung mit OsO_4 überlegen. Die Brauchbarkeit und die Vorzüge der Formolfixierung in Verbindung mit verschiedenen Nachbehandlungen zur Erhöhung der Stabilität (bes. geeignet: Osmierung!) und des Kontrastes der Präparate wurde durch Aufnahmen von Wurzelspitzenzellen von Pisum demonstriert; wesentliche Ergebnisse dieser Untersuchungen (Nachweis eines ausgedehnten Endoplasmatischen Reticulum auch in Zellen höherer Pflanzen, Nachweis von Golgi-Zonen und von Poren der Kernmembran) wurden dabei im Bild belegt. Schließlich wurde auf die allgemeinen Vorteile einer Fixierung mit Formol hingewiesen: Es kann in hypo- und hypertonischem Formol fixiert werden, ohne daß Quellungen oder Schrumpfungen auftreten, es können auch größere Gewebsstücke fixiert werden; es kann jede beliebige Kontrastierung nachgeholt werden, auch selektive Verdauung ist besser möglich, als nach Osmierung; da zudem die Formolfixierung keinen apparativen Aufwand erfordert, kann sie leicht neben der bewährten OsO_4 -Technik zur Kontrolle der Ergebnisse angewendet werden.

G. JAYME und G. HUNGER (Inst. f. Cellulosechemie d. TH Darmstadt)
Änderung der nativen Mikrofibrillenlagerung in pflanzlichen Zellwänden durch die Trocknung. (Vorgetr. von G. Hahn)

Bei der elektronenoptischen Untersuchung von aus Cellulose aufgebauten Pflanzenmaterial stößt man bei Anwendung der Oberflächenwiedergabe durch Kohlehäute immer wieder auf charakteristische Strukturen; bei diesen haben sich die Mikrofibrillen zu kleinen Strängen zusammengelegt, die ihrerseits oval bis rund geformte Löcher umlaufen, sodaß sogenannte Ringnetzstrukturen entstehen. Von anderer Seite sind diese Strukturen als durch die Wärmestrahlung in der Bedampfungsapparatur entstandene Artefakte bezeichnet worden. Wir glauben jedoch aus vorliegendem Untersuchungsmaterial schließen zu können, daß diese Ringnetzstrukturen während der Trocknung der Cellulose auch bei gewöhnlicher Temperatur entstehen und daher als wahre Sekundärstrukturen und nicht als während der Objektpräparation erzeugte Artefakte zu bezeichnen sind.

Diese Strangbildung in verschiedenartigen Erscheinungsformen ist als wesentliche Ursache der Verhornung von Zellstoffen beim Trocknen, die sich zum Beispiel durch Bestimmung des Wasserrückhaltevermögens quantitativ erfassen läßt, erkannt worden. Die Aneinanderlagerung der Cellulosemikrofibrillen beim Trocknen ist hauptsächlich auf Wasserstoffbrückenbindungen zwischen benachbarten OH-Gruppen zurückzuführen. Die bei Aufrichtungen der Bindungen auftretenden Kräfte ermöglichen überhaupt erst den Zusammenhalt eines getrockneten Zellstoffblattes, indem sie zwischen all den Mikrofibrillen zu einer Bindung führen, die sich auf Entfernungen, auf die diese Kräfte wirksam werden können, genähert haben.

A. KLEINSCHMIDT (Hygiene-Inst. Frankfurt a. M.): *Morphologische Studien über den Abbau der Erythrocytenmembranen.*

Durch osmotische Hämolyse erhält man Erythrocytenmembranen, die in ihrem ursprünglichen Milieu morphologisch „intakt“ erscheinen. Ein tiefergreifender Abbau mit Zerfall der Hüllen kann z. B. durch enzymatischen Angriff von Proteasen, hydrolytische Spaltung mit HCl oder NaOH, oder durch Einwirkung physikalischer Kräfte (Beschallung, Grenzflächenkräfte) erreicht werden. Die Möglichkeit, definierte Struktureinheiten der Hüllen zu erkennen, hängt bei unfixierten Membranen viel stärker von den örtlichen Reaktionen während der Präparation ab, als etwa bei Fixierung der Objekte in Suspension. Es werden verschiedene reproduzierbare Präparationswege genannt und die Unterschiede in den Ergebnissen miteinander verglichen.

2. Parallelsitzung: Elektronenoptik

Vorsitz: F. Lenz (Aachen)

E. Kinder (München)

H. SCHLUGE (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen): *Beleuchtungs- und Stigmator-Justierhilfen für elektrostatische Mikroskope.*

Die optimale Justierung eines Elektronenmikroskops erfordert einige Mühe und Gedankenarbeit. Sie wird deshalb zu selten oder nur unvollkommen durchgeführt. Es wird zunächst gezeigt, wie nachteilig sich Zentrierfehler des Beleuchtungssystems und des Stigmaters auf die Abbildung auswirken.

Zur einfachen Kontrolle und zur Erleichterung des Justiervorganges wurden zwei Justierhilfen für elektrostatische Mikroskope beschrieben.

Die Justierhilfe für das Beleuchtungssystem besteht darin, daß eine abschaltbare Wechselspannung von einigen 100 V der Objektivspannung überlagert wird. Die dadurch eintretenden Vergrößerungsänderungen im Endbild müssen im zentrierten Zustand vom Bildmittelpunkt aus erfolgen.

Die Justierhilfe für den Stigmator besteht darin, daß an die beiden den Stigmator bildenden Zylinderlinsen zwei abschaltbare um 90° phasenverschobene Wechselspannungen von ca. 200 V gelegt werden. Dadurch entsteht ein elektrisches Drehfeld. Die im Endbild erkennbaren Bildpunktbewegungen müssen im zentrierten Zustand vom Bildmittelpunkt ausgehend radial zunehmen.

O. JANDELEIT und F. LENZ (Lehrst. f. Elektronenopt. u. Feinmech. d. Rhein.-Westf. TH Aachen): *Die Bildfehler magnetischer Polschuhlinsen in Abhängigkeit von Polschuhabmessungen und Betriebsdaten.* (Vorgetr. von O. Jandeleit)

Für ungesättigte magnetische Polschuhlinsen werden aus den in bekannter Weise ermittelten Feldverteilungen und Elektronenbahnen sämtliche Bildfehler 3. Ordnung als Funktion der Linsenstärke und des Verhältnisses aus Spaltweite s und Bohrungsdurchmesser b berechnet. Beim Vergleich mit den entsprechenden Ergebnissen am Glockenfeld von Glaser zeigen sich Diskrepanzen, insbesondere für die isotrope Koma und isotrope Verzeichnung. Die Ursache dieser Diskrepanzen wird geklärt. Das Verhalten der Bildfehlerkoeffizienten in der Umgebung der teleskopischen Linsenstärke wird allgemein untersucht. Bezieht man die Bildfehlerkoeffizienten auf die von Durandau eingeführte Längeneinheit

$$\sqrt{s^2 + \frac{4}{9}b^2}$$

und die Linsenstärke auf ihren teleskopischen Wert, so ist eine einheitliche,

für alle praktisch interessierenden Werte des Verhältnisses s/b in gute Näherung gültige gemeinsame Darstellung möglich.

W. RÜPPEL (Inst. f. Theor. Phys. d. TH Darmstadt): *Spannungsgesteuerte Elektronenlinse als Kurzzeit-Verschluß.*

Führt man einem Bildwandler die Beschleunigungsspannung in Form eines kurzen Impulses zu, so wird ein auf die Photokathode projiziertes Lichtbild nur während der Dauer des Impulses auf den Leuchtschirm übertragen. Die Vorteile dieses Verschlusses sind hohe Lichtstärke und gute Synchronisierbarkeit. Im Gegensatz zum Bildwandler mit magnetischer Linse [R. F. Saxe und R. A. Chippendale, BRIT. J. APPL. PHYS. 6, 336, 1955] werden beim Bildwandler mit elektrostatischer Linse keine besonderen Anforderungen an die Form des Impulses gestellt. Gute Aufnahmen mit einer Belichtungszeit von 4×10^{-7} s wurden erzielt mit einem AEG-Bildwandler von W. Schaffernicht bei einer Impulsspannung von 15 kV. Kürzere Belichtungszeiten von 10^{-7} s wurden infolge besserer Leitfähigkeit der Photokathode mit einem Bildwandler von W. Heimann erreicht bei einer Impulsspannung von 30 kV. Das Leuchtschirmbild wurde mit einer wirksamen Öffnung 1 : 1,5 auf Kodak Tri X-Film aufgenommen. Bei Belichtungszeiten unter 5×10^{-8} s wird das Bild durch die Raumladung verschlechtert.

Für die Aufnahmen wurde ein Impulsgenerator benutzt, der zwei Hochspannungsimpulse erzeugt, von denen der erste das zu photographierende Ereignis auslöst und der zweite den Bildwandler öffnet. Der Abstand der beiden Impulse kann zwischen 0 und $1,3 \times 10^{-4}$ s eingestellt werden und auf einem gleichzeitig photographierten Oszillogramm auf $\pm 10^{-8}$ s ausgemessen werden. An Hand von Einzelaufnahmen der Entladungsphasen einer Xenon-Blitzlampe mit Belichtungszeiten von 10^{-7} s wurde die Brauchbarkeit des Verfahrens gezeigt.

W. E. MEYER (Inst. f. Theor. Phys. d. TH Darmstadt): *Der Einfluß der Raumladung auf das Auflösungsvermögen von Elektronenmikroskopen.*

Die Raumladung des Elektronenstrahls beeinflusst bei der üblichen Objektbeleuchtung die abbildenden Elektronen im gleichen Sinn wie der Öffnungsfehler. Eine einfache Formel ermöglicht die näherungsweise Berechnung des Raumladungsfehlers, der schon unter normalen Arbeitsbedingungen die Auflösung merklich verschlechtern kann, bei richtiger Wahl der Beleuchtungsdaten aber vernachlässigbar ist. Dies zeigt sich bei einer mit einem elektrostatischen Mikroskop gemachten Doppelaufnahme, deren praktische Auflösungsgrenze von rund 15 Å mit der theoretisch errechneten Grenze übereinstimmt.

E. KINDER (II. Phys. Inst. d. Univ. München): *Untersuchungen über die elektrostatische Aufladung des Photomaterials im Elektronenmikroskop.*

Die elektrostatische Aufladung der Photoplatten während der Exposition führt durch die Ausbildung eines elektrischen Feldes vor der Platte bei höheren Ladungsdichten zu Bildunschärfen. Mit dem Ziel diese Störung zu beseitigen, wurde die Aufladung in Abhängigkeit von Strahlstromdichte und Expositionszeit an normalen und rückseitig leitenden Platten und Filmen gemessen. Zur Messung dient die Ablenkung, die ein Strahl langsamer Elektronen in der Nähe der Plattenoberfläche durch das elektrische Feld vor dieser erfährt. — Die Messungen zeigen in Übereinstimmung mit den Ergebnissen bei Aufnahmen, daß durch geeignete Ableitung der Aufladung oder deren kapazitive Bindung die Störfelder so klein werden, daß keine Bildunschärfen mehr zu beobachten sind.

F. LENZ und W. SCHEFFELS (Lehrs. f. Elektronenopt. u. Feinmech. d. Rhein.-Westf. TH Aachen, Inst. f. Elektronenmikroskopie, Düsseldorf): *Das Zusammenwirken von Phasen- und Amplitudenkontrast in der elektronenmikroskopischen Abbildung.* (Voretr. von W. Scheffels)

Um den bei der elektronenmikroskopischen Abbildung biologischer Objekte beobachteten Kontrastunterschied zwischen fokussiertem und leicht defokussiertem Bild theoretisch zu deuten, wurde für verschiedene Modellobjekte mit vorgegebener örtlicher Verteilung des Streuabsorptionskoeffizienten und des Brechungsindex für Elektronen mittels der Kirchhoffschen Formel die Stromdichteverteilung hinter dem Objekt berechnet. Die berechnete Abhängigkeit des Kontrastes bestimmter Objektdetails vom Grad der Defokussierung ist in qualitativer Übereinstimmung mit den an einer Fokussierungsreihe eines Dünnschnittes beobachteten Kontrasten.

M. GRIBI und L. WEGMANN (Trüb, Täuber & Co. AG, Zürich): *Abhängigkeit des Kristallformfaktors von der Elektronengeschwindigkeit bei Feinstrahlbeugung an kleinen Einkristallen.* (Voretr. von M. Gribi)

Die Theorie der Elektronenbeugung an kleinen Einkristallen zeigt mit Hilfe des Kristallformfaktors, daß der Intensitätsbereich im reziproken Gitter die Form eines Stachels annimmt, wobei die Länge des Stachels mit abnehmender Breite des Kristalls zunimmt [M. von Laue, ANN. D. PHYS. 26, 55, 1936]. Bei den uns interessierenden größeren, für Elektronen nur an den Kanten durchstrahlbaren Kristallen wie ZnO und MgO wird die Länge der auftretenden Stacheln abhängig von der Breite der durchstrahlbaren Zone und somit von der Elektronengeschwindigkeit.

Es ist uns mit einem Trüb, Täuber-Diffraktographen Typ KD3 (Kamerallänge 410 mm, approximative Linienbreite $10\ \mu$ bei Fokussierung auf dem Leuchtschirm) gelungen, diesen Effekt an ZnO-Rauch nachzuweisen [HELV. PHYS. ACTA 30, 246, 1957]. Aufnahmen mit 50 kV und 20 kV Beschleunigungsspannung, auf gleiche Ringdurchmesser vergrößert, zeigen die durchschnittlich doppelte Länge der Stacheln bei 20 kV, wobei die mit der Wellenlänge proportionale Verlängerung schon kompensiert ist.

In den noch nicht abgeschlossenen Versuchen mit MgO-Rauch konnten wir allerdings diesen Effekt vorläufig nicht nachweisen.

F. LENZ (Lehrst. f. Elektronenopt. u. Feinmech. d. Rhein.-Westf. TH Aachen): *Die Bildfehler im elektronenoptischen Beugungsbild.*

Die Bildfehler des von rotationssymmetrischen Linsen erzeugten Beugungsbildes können in ähnlicher Weise wie die des normalen elektronenoptischen Bildes berechnet werden. Kleine Abweichungen der abbildenden Linse von der Rotationssymmetrie verursachen zwei zusätzliche Abbildungsfehler 1. Ordnung, die Beugungs-Verzeichnung und die Beugungsverrückung. Die Verzeichnung bewirkt eine affine Verzerrung des Beugungsbildes, macht also beispielsweise aus Kreisen Ellipsen. Die Verrückung bewirkt, daß die von verschiedenen Objektbereichen herkommenden Teile des Beugungsdiagramms samt ihrem Primärreflex gegeneinander verschoben werden. Der diese Verschiebung beschreibende Vektor ist mit dem Ortsvektor des Herkunftsortes im Objekt durch eine lineare Transformation verknüpft.

H. NIEHRS (Fritz-Haber-Inst. d. MPG Berlin-Dahlem): *Rechnerische Ergebnisse über das Elektronenbild des MgO-Kristallgitters.*

Die in weitem Umfang durch Beugungsexperimente bestätigte dynamische Theorie ermöglicht auch die Berechnung von Kristallgitterbildern und liefert für MgO folgendes Resultat: Bei Einstrahlung in Richtung der MgO-Würfelfante konzentriert sich der Strahlstrom allmählich um die Atom-

reihen in Strahlrichtung so, daß die Strahldichte dort nach einer gewisser Tiefe ein Vielfaches der primären wird.

Bei einer entsprechenden Kristalldicke (50 bis 100 Å bei 30 bis 100 kV) ist demnach ein sehr hoher Bildkontrast der Gitterstruktur zu erwarten, wenn die Abbildung mit großer Apertur und Auflösung erfolgt. Läßt man das gitterperiodisch modulierte Strahlbündel durch das Kristallgitter weiterlaufen, so löst sich die Bündelung zunächst bis zu einer fast homogenen Strahlverteilung. Mit weiter zunehmender Kristalltiefe folgen abwechselnd Ebenen stärkeren und schwächeren Strahldichtekontrasts, bis die (bisher vernachlässigte) Absorption wesentlichen Einfluß auszuüben beginnt.

MITTWOCH, DER 25. SEPTEMBER 1957

Vormittag

Gemeinsame Sitzung: Einzelprobleme

Vorsitz: E. Brüche (Mosbach)
L. Wegmann (Zürich)

W. KOCH (Lehrst. f. Exp. u. Angew. Phys. Tübingen): *Ein hochauflösendes des Photo-Emissions-Mikroskop.*

Es wurde ein hochauflösendes Emissions-Mikroskop zur Sichtbarmachung von Oberflächen mit lichtelektrisch ausgelösten Elektronen entwickelt. Als Strahlungsquelle diente im allgemeinen eine Quecksilberdampf-Hochdrucklampe. Eine Quarzoptik bildete den Lichtbogen auf die Objektoberfläche ab. Die emittierten Elektronen wurden in einem für seitlichen UV-Beschuß konstruierten Immersionssystem auf 40 kV beschleunigt. Die Nachvergrößerung erfolgte durch ein langbrennweitiges elektrostatisches Projektiv.

Mit diesem Mikroskop konnten unter anderem Oberflächen geschmirgelter Metalle, Einkristall-Spaltflächen und perlitische Stahloberflächen hochvergrößert abgebildet werden. Aus Vergleichsaufnahmen mit einer Wasserstofflampe geht hervor, daß die Oberflächenstruktur durch Strahlungsquellen anderer spektraler Zusammensetzung zum Teil wesentlich verschieden wiedergegeben wird.

Die elektronenoptische Vergrößerung betrug maximal 700. Die erzielte Auflösungsgrenze lag bei 1000 Å.

W. BAYH (Lehrst. f. Exp. u. Angew. Phys. Tübingen): *Emissions-Mikroskopie mit Sekundär-Elektronen.*

Das für ionenausgelöste Elektronen gebaute Oberflächenmikroskop wird so umgestaltet, daß anstelle der Ionenquelle eine Elektronenquelle tritt. Die auf die Metalloberfläche einfallenden Elektronen lösen Sekundärelektronen aus. Mittels eines elektrostatischen Immersionsobjektives mit hoher Feldstärke vor der Kathode und scharfer Aperturbegrenzung in der Brennebene des Objektives werden Bilder von Metalloberflächen erzeugt. Es wird eine Auflösungsgrenze von 1000 Å erreicht. Die mit Sekundärelektronen bei einem Vakuum von 10^{-4} Torr aufgenommenen Bilder stehen denen mit ionenausgelösten Elektronen in der Plastik nicht nach, jedoch erreichen sie hinsichtlich der Auflösung und der Materialdifferenzierung nicht deren volle Qualität.

H. GANSLER und TH. NEMETSCHKE (Inst. f. Elektronenmikroskopie Düsseldorf): *Phasenkontrast bei der Abbildung biologischer Objekte.* (Vorgetr. von Th. Nemetschke)

Die Bedeutung des Phasenkontrastes für die Wiedergabe von Strukturen im elektronenmikroskopischen Bild wird an Querschnitten markhaltiger Nervenfasern aufgezeigt, wobei in guter Übereinstimmung mit einer von Lenz abgeleiteten Formel je nach dem Grade der Defokussierung jeweils andere Strukturelemente mit optimalem Kontrast abgebildet werden. So zeigt das um $3,4\ \mu$ defokussierte Bild dieses Membransystems die Membranen im Abstand von $110\ \text{\AA}$ mit deutlich höherem Kontrast als das fokussierte Bild, bei einer gleichzeitigen scheinbaren Verringerung der Membrandicke. Eine Defokussierung um $5\ \mu$ liefert bei starkem Kontrast der erstgenannten Membranen auch noch einen Mittelstreifen im Abstand von $55\ \text{\AA}$. In diesem Zusammenhang wurde darauf hingewiesen, daß das um $5\ \mu$ defokussierte Bild eines beliebigen anderen Objektes mit einer periodischen Struktur von $110\ \text{\AA}$ Abstand auch eine Halbperiode von $55\ \text{\AA}$ aufweisen kann, selbst wenn das Objekt in seiner Struktur keine solche Periodizität hätte.

H. W. KOHLSCHÜTTER, G. KÄMPF und H. BUSS (Eduard Zintl-Inst. d. TH Darmstadt): *Morphologische Analyse mit Hilfe des Elektronenmikroskops.* (Vorgetr. von H. W. Kohlschütter)

Als morphologische Analyse bezeichnet man in der Chemie jedes Verfahren, bei dem Formeigenschaften fester Stoffe bestimmt und bei dem aus solchen Bestimmungen Aussagen abgeleitet werden über die festen Stoffe selbst oder über chemische Reaktionen, an denen die festen Stoffe beteiligt sind. In den Jahren 1912–1938 hat man mit dem Lichtmikroskop zahlreiche Erfahrungen dazu gesammelt und bereits in einigen allgemeingültigen Regeln zusammengefaßt [vgl. H. W. Kohlschütter, L. Sprenger, Z. ANGEW. CHEM., 52, 197, 1939]. — Das Elektronenmikroskop hat die Möglichkeiten morphologischer Analyse erweitert. — Besonderen Anlaß für die Anwendung des Elektronenmikroskops im Rahmen chemischer Untersuchungen geben chemische Reaktionen in Grenzflächenzonen fester Stoffe. Diese verlaufen nach dem Schema fest I \rightarrow Lösung \rightarrow fest II; wo fest I und fest II nicht analysenrein voneinander getrennt werden können, liefern morphologische Analysenmethoden Aussagen, die an wesentlichen Punkten über Aussagen chemischer Analysenmethoden hinausgehen.

Erstes Beispiel: Hydrolyse von Tricalciumsilikat [Proceedings of the international Symposium on the reactivity of solids 1952. GLASTECHN. BER. 24, 29, 1951]. — Zweites Beispiel: Bildung von basischem Bleicarbonat in Suspensionen Bleioxyd/Wasser, bei Gegenwart von CO_2 [KOLLOID-Z. 151, 136, 1957 u. 152, 126, 1957]. — Drittes Beispiel: Umsetzung von Eisen(III)-Sulfat-kristallen mit Ammoniaklösung zu Eisen(III)-Hydroxydpseudomorphosen. Hier können durch Abdruckverfahren Veränderungen der festen Oberflächen verfolgt und damit primäre und sekundäre Vorgänge bei der Umsetzung unterschieden werden [noch nicht veröffentl.].

H. POPPA (Mosbach und Heidelberg): *Verfolgung von Veränderungen rauher Oberflächen.*

In Anlehnung an ein von H. Bethge beschriebenes Verfahren wird eine Präparationsmethodik erläutert, die es gestattet, relativ große Oberflächenbereiche mit guter Treffsicherheit elektronenmikroskopisch abzubilden. Mit Hilfe einer kombinierten Lack-Kohle-Schicht konnten Objektträger-Blend Bohrungen bis zu $500\ \mu$ freitragend überspannt werden. Das so gegebene große Gesichtsfeld wurde zur Herstellung von Übersichtsaufnahmen zunächst elektronenoptisch schwach vergrößert abgebildet. Die höchste förder-

liche Vergrößerung wird durch das beschränkte Auflösungsvermögen der sowohl mechanisch als auch unter dem Elektronenstrahl sehr stabilen Abdruckschicht auf etwa 5000 fach begrenzt. Als Beispiel werden verschiedene Bearbeitungsstadien eines Oberflächenbereiches von grob vorgeschliffenem und fortlaufend poliertem Glas gezeigt.

E. KINDER und G. GRAMM (II. Phys. Inst. d. Univ. München): *Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Mikrotommessern*. (Vorgetr. von G. Gramm)

Es wird über die Abbildung von Mikrotomschneiden nach dem Verfahren von Helwig [Z. WISS. MIKR. 60, 422, 1952] mit Aluminiumoxydabdrücken und durch direkte Beobachtung berichtet. Ersteres ergab Krümmungsradien von scharfen Klingenstellen um 20 μ . Mit der Direktbeobachtung kann die Glättung der Schneide beim Polieren verfolgt werden; dabei erwiesen sich polierte Stahlklingen in der Nähe der Schneide streckenweise als durchstrahlbar. — Im Gegensatz zu den Stahlklingen weisen Glasklingen keine Scharten, sondern nur regelmäßige geformte Stufen auf.

H. FRIESER (Agfa AG f. Photofabrikation, Leverkusen): *Eigenschaften photographischer Schichten bei Bestrahlung im Elektronenmikroskop*.

Eine Reihe von photographischen Schichten, die sich durch Korngröße, Silbermenge/cm² und durch das Verhältnis Silber zu Gelatine unterschieden, wurden im Elektronenmikroskop bei Spannungen von 52 bis 92 kV bestrahlt. Die Zahl der auf 1 cm² auffallenden Elektronen war bekannt. Nach dem Entwickeln wurde die Empfindlichkeit, Form der Schwarzkurve, die Körnigkeit und der Elektronendiffusionshof gemessen. Es ergab sich, daß die Empfindlichkeit schwächer als etwa mit der zweiten Potenz des mittleren Korndurchmessers zunimmt. Die Empfindlichkeit steigt auch mit steigender Silbermenge/cm², aber nur solange bis die Schichtdicke etwa der praktischen Reichweite entspricht. Die aus der mittleren Schwärzungsschwankung ermittelte Körnigkeitszahl nimmt mit steigender Strahlspannung und steigender Silberkonzentration zu, letzteres nur solange die praktische Reichweite nicht erreicht ist. Eine ähnliche Abhängigkeit zeigt auch das an den entwickelten Schichten gemessene Rauschspektrum, während die aus dem Callier-Koeffizienten ermittelte Körnigkeitszahl sich mit der Silberkonzentration nur wenig ändert. Der Elektronendiffusionshof wurde durch mikrophotometrische Messungen und durch Dünnschnitte untersucht.

R. NEIDER (Fritz-Haber-Inst. d. MPG Berlin-Dahlem): *Empfindlichkeit, Gradation und Auflösung elektronengeschwätzter Photoemulsionen*.

Für 19, teilweise stark voneinander verschiedene Emulsionen wurde die Gradationskurve bei Elektronenstrahlung von 80 kV aufgenommen. Die Messung der absoluten aufgefallenen Ladungsdichte erfolgte mit einem Faraday-Käfig. Ausgehend von der Erkenntnis, daß die photographische Emulsion wegen der statistischen Verteilung der Ag-Teilchen schon bei gleichmäßiger Belichtung einen Elektronendichtekontrast vortäuscht, der es unmöglich macht, eine echte Elektronendichteschwankung in der gleichen Größenordnung abzubilden, wurde aus Mikrophotometerkurven ein quantitatives Maß für die Körnigkeit und daraus schließlich die Punktauflösung unter Berücksichtigung der Gradation berechnet.

E. KLEIN (Agfa AG f. Photofabrikation, Leverkusen): *Die Bestimmung der Anzahl der Belichtungskeime im latenten photographischen Bild mit Hilfe elektronenmikroskopischer Untersuchungen*.

Es wurde gezeigt, daß bei einer ganz speziellen Entwicklungsart die Silberabscheidung aus der Lösung (Silberkomplexe) an den vorher vom Korn ge-

trennten Belichtungskeimen erfolgt. Es ergibt sich hieraus die Möglichkeit, die pro Korn vorhandenen Belichtungskeime zu zählen.

Die quantitativen, statistischen Auswertungen der elektronenmikroskopischen Bilder wurden geschildert.

Man findet durch Vergleich verschiedener Belichtungsarten, daß das latente Bild bei Blitz- und Röntgenbelichtung wesentlich disperser ist als bei Normalbelichtung.

Anschließend wurden gleichzeitig mituntersuchte Zusammenhänge zwischen der Schwärzung und der Größe der entwickelten Silberaggregate mitgeteilt.

Nachmittag

1. Parallelsitzung: Chemisch-technische Anwendungen

Vorsitz: H. Kircher (Leverkusen)

E. WIESENBERGER (Abt. f. Elektronenmikroskopie d. Freien Univ. Berlin und Fritz-Haber-Inst. d. MPG Berlin-Dahlem): *Versuche zur Ausführung elektronenmikroskopisch auswertbarer Reaktionen.*

Versucht man, Stoffe unter größter Ausnutzung der Empfindlichkeit einer Reaktion elektronenmikroskopisch nachzuweisen, so müssen außer den durch die Ausführungsweise der Reaktion gegebenen Voraussetzungen auch die besonderen Bedingungen der elektronenmikroskopischen Präparation erfüllt sein. Eine Reaktion muß sich daher vor allem so durchführen lassen, daß das erzeugte Umsetzungsprodukt in seiner gesamten Menge ausschließlich auf dem beobachtbaren Bereich der elektronenmikroskopischen Präparatblende entwickelt wird.

Für die Anwendung eines solchen Fällungsprinzips eignen sich besonders elektrolytische Reaktionen [Z. WISS. MIKROS. 62, 163, 1955]. Wird die als Kathode wirksame Filmfläche weitestgehend mit einer isolierenden Lackschicht überdeckt, so erhält man kleinste Elektrodenflächen mit einem Flächeninhalt bis zu $0,00003 \text{ mm}^2$. Damit ist die Voraussetzung für die beste Ausnutzung der Nachweisempfindlichkeit elektrolytischer Reaktionen gegeben.

Wesentlich schwieriger ist es, das Reaktionsprodukt gewöhnlicher Fällungsreaktionen auf der durchstrahlbaren Filmfläche einer Präparatblende zu sammeln. Dies gelingt jedoch, indem zwei sich umsetzende Lösungen von beiden Seiten auf eine Präparatblende, die mit einem für Lösungen durchlässigen Film bedeckt ist, so aufgebracht werden, daß sich das Reaktionsprodukt ausschließlich auf der über der Blendenbohrung frei schwebenden Filmfläche abscheidet [MIKROCHIM. ACTA 1957 H. 3/4, S. 527—544].

Damit besteht — abgesehen von der Ermittlung der kleinsten elektronenmikroskopisch nachweisbaren Substanzmenge — die Möglichkeit, chemische Umsetzungsprodukte bis in den Bereich des elektronenmikroskopischen Auflösungsvermögens zu beobachten.

A. WEISS (Lehrst. f. Anorg. Chem. im Eduard-Zintl.-Inst. d. TH Darmstadt): *Untersuchungen an quecksilber-organischen Fasergelen.*

Die elektronenmikroskopische Untersuchung der wässerigen Gele von Quecksilbersulfosalicylsäure und von Quecksilber-Säureamidderivaten gibt einen Einblick in den Aufbau elastischer Gele (= Gallerten) und erleichtert das Verständnis der Quellungsphänomene dieser Verbindungen. Zwischen

den Quellungseigenschaften der Quecksilbersulfosalicylsäure und der Desoxyribonucleinsäure, dem wichtigsten Baustein der Gene, besteht eine große Ähnlichkeit. Die quecksilberorganische Verbindung bietet aber gegenüber den Nucleinsäuren den Vorteil, daß die schweren Quecksilberatome die elektronenmikroskopische und röntgenographische Untersuchung erleichtern.

H. MAHL (Carl Zeiss, Abt. f. Elektronenoptik, Oberkochen): *Über Veränderungen an Seifenpartikeln bei Ultrabeschallung.*

Die Einzelpartikel kolloidaler Seifenlösungen (Na-Laurat, Na-Palmetat usw.) bestehen je nach den Versuchsbedingungen aus plättchenförmigen oder fadenförmigen Gebilden. Bei der Ultrabeschallung derartiger „Lösungen“ treten neben den zu erwartenden Partikelzerreißungen auch Gestaltsänderungen derart auf, daß plättchenförmige Partikel unter Beibehaltung ihrer äußeren Begrenzung im Inneren auffibrilliert werden. Die Lage der entstehenden Fibrillen läßt eine deutliche kristallographische Orientierung erkennen. Diese Befunde weisen darauf hin, daß in den Randbezirken der Seifenkristallplättchen ein anderes, gegen Ultrabeschallung widerstandsfähigeres Bauprinzip vorliegt, als im Inneren der Kristalle.

H.-P. BOEHM (Eduard-Zintl-Inst. d. TH Darmstadt): *Die Struktur der Rußteilchen.*

Für die wertvollen technologischen Eigenschaften der Ruße ist ihr Aufbau aus kugelhähnlichen Teilchen von 4000 bis 200 Å Durchmesser wesentlich. Aus den Röntgen-Interferenzen wurde die Größe der Kohlenstoffkristallite zu rund 20 Å bestimmt. Jedes Teilchen der Ruße besteht also aus 10^3 bis 10^4 Kristalliten. Es wurde schon früher darauf hingewiesen, daß Aufhellungen im Elektronenbild der Teilchen [U. Hofmann u. Mitarb., Z. ANORG. CHEM. 255, 195, 1947], besonders im Dunkelfeld [C. E. Hall, J. APPL. PHYS. 19, 27, 1948], dadurch erklärt werden können, daß die Kristallite mit den Basisflächen parallel zur Oberfläche liegen.

Auch bei der Graphitierung bei 3000° bleibt diese Schalenstruktur im wesentlichen erhalten. [E. A. Kmetko PROCEEDINGS OF THE FIRST AND SECOND CONFERENCES ON CARBON, BUFFALO, N.Y., 1956, S. 21] zeigt mit Hilfe von Oberflächenabdrücken, daß die graphitierten Rußteilchen Polyeder sind, die aus mehreren mit den Spitzen nach innen verwachsene pyramidenförmigen Graphitkristallen bestehen. Dies kann durch mit hoher Strahlspannung und Intensität aufgenommene Bilder bestätigt werden.

Besonders eindrucksvoll läßt sich dieser schalenförmige Aufbau der Teilchen an Zersetzungsprodukten der Kaliumverbindung C_8K des graphitierten Rußes demonstrieren.

G. SCHIMMEL (Battelle-Inst. Frankfurt a.M.): *Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Glasfäden.*

Glasfäden verschiedener Glassorten wurden elektronenmikroskopisch untersucht. Es war möglich, sehr dünn ausgezogene Fäden im Elektronenmikroskop durch die Bestrahlungsenergie zu erwärmen, wobei sich die Fäden zum Teil unter Einfluß der Oberflächenspannung unter Tropfenbildung verformten. Dabei entstanden Fäden, deren Durchmesser bei höchsten Vergrößerungen nicht mehr gemessen werden konnten, also unter 15 Å lag.

Verschiedene Gläser zeigten bei Bestrahlung charakteristische Veränderungen und Ausscheidungen, die im Dunkelfeld und durch Feinbereichsbeugung untersucht wurden. Dadurch konnten Blasenbildungen und Auskristallisierungen nachgewiesen werden.

F. OBERLIES (MPI f. Silikatforsch. Würzburg): *Inhomogenitäten in Quarzglas.*

Neuere Untersuchungen verschiedener Art weisen auf einen höheren Ordnungszustand im Quarzglas hin, als dies nach der Netzwerkhypothese von Zachariasen und Warren anzunehmen ist. E. Deeg [NATURWISS. 44, 303, 1957] stellte bei Messungen der inneren Dämpfung an einem handelsüblichen Quarzglas Anomalien fest, die Cristobalit, Tridymit und Quarz ähnlichen Strukturelementen im Quarzglas zugeschrieben wurden. Von diesem Quarzglas und mehreren anderen optischer Qualität wurden frische Bruchflächen mit Hilfe verschiedener Abdruckmethoden elektronenmikroskopisch untersucht und dabei festgestellt, daß diese Quarzgläser Inhomogenitäten in der Größe von 1000 Å bis herab zu 80 Å aufweisen. Durch Elektronenbeugung konnten diese in ihrer Ausbildungsform deutlich verschiedenen Inhomogenitäten einerseits als Schmelzrelikte (Quarz), andererseits als bereits bei einer Grobkühlung entstandene Neubildungen (Cristobalit bzw. Tridymit) identifiziert werden. Nach einer Feinkühlung der Quarzgläser lag Cristobalit in stark vergrößerter Form vor. Diese Inhomogenitäten sind somit noch kristalliner Art, stellen also keine eigentlichen Strukturelemente des Quarzglases dar und können unter Umständen bei indirekten Untersuchungsmethoden zu Fehlschlüssen hinsichtlich der Quarzglasstruktur führen. [NATURWISS. 44, 488, 1957].

2. Parallelsitzung: Physikalisch-technische Anwendungen

Vorsitz: A. Feltynowski (Warschau)

R. SPEIDEL und W. KOCH (Lehrst. f. Angew. Phys. Tübingen): *Elektronenmikroskopische Sichtbarmachung von stehenden Lichtwellen.* Vorgetr. von R. Speidel)

Wird ein Lichtstrahl an einem Metallspiegel reflektiert, so bildet sich vor der Oberfläche ein Feld stehender Wellen aus. Dieses läßt sich mittels schräggestellter, feinstkörniger Photoschichten, Fluoreszenz, lichtstreuender Teilchen, lichtelektrischer Zellen oder mittels photoelektrischer Sonden zeigen.

Wir lösten durch UV-Licht an einem als Kathode dienenden Aluminium-Spiegel Elektronen aus und bildeten die Oberfläche elektronenoptisch ab. Dieser Spiegel wird mit Stufen verschiedener Dicke eines UV-durchlässigen Dielektrikums mit einer dünnen elektronen-emittierenden Schicht versehen. Vor dem Aluminium-Spiegel wird durch seitlich einfallendes Licht ein Feld stehender Wellen erzeugt. Die emissionsmikroskopische Abbildung der Objektoberfläche vermittelt einen Einblick in die Abhängigkeit der Photoemission der Sonde von der Lage im Wellenfeld. Die optimale Gestaltung der lichtelektrischen Sonde, also der elektrischen Ergiebigkeit und die Messung der Größe des Phasensprunges an der Metalloberfläche wird möglich.

Dünnste, durch Ionenbeschuß im Vakuum auf dem Dielektrikum erzeugte Niederschläge lassen sich mit einer Empfindlichkeit nachweisen, an die weder Interferenzfilter noch das Vielstrahlenmikroskop nach Tolansky heranreichen.

E. FUCHS (Werkstoffhauptlabor. d. Siemens & Halske AG. Karlsruhe): *Zur Deutung von Beugungsbildern bei Feinbereichsbeugung mit dem Elmiskop I.*

Mit Feinbereichselektronenbeugung können sehr geringe Substanzmengen (ca. 10^{-14} g) nachgewiesen und, falls genügend feinkristallines Material vor-

handen ist, identifiziert werden. Dadurch wird diese Methode zu einem analytischen Hilfsmittel hoher Auflösung. Spuren von Verunreinigungen, die durch die Präparation bedingt sind, können mit erfaßt werden und zu Fehlschlüssen bei der Deutung der Beugungsdiagramme führen. Typische Beispiele werden im elektronenmikroskopischen Bild mit zugehörigem Beugungsdiagramm gezeigt.

CHR. MENZEL-KOPP (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Bildung von Mo_2C (W_2C) auf reinen Metalloberflächen durch Fettdämpfe im Vakuum.*

Steht eine auf W-Band gezüchtete Einkristall-Halbkugel aus Kupfer (Verunreinigungen kleiner als 10^{-4}) einige Zeit im Vakuum oder wenige Minuten an Luft, so ist das Elektronenbeugungsdiagramm anschließend — sofern Fettdämpfe anwesend waren — verschleiert. Nach kurzem Tempern bei 1050°C ist neben dem nun wieder kontrastreichen Kupfer-Diagramm ein Muster aus sehr scharfen Reflexen sichtbar. Die Strukturanalyse führt auf Mo_2C bzw. W_2C , deren Metallatome mit gleichem Abstand in der hexagonal dichtesten Packung angeordnet sind. Die Verknüpfungsgesetze zur Unterlage zeigen die Bedeutung der dichtest besetzten Atomketten. Vergleich mit der Verwachsung von Cu_2O auf Cu. Analoge Beobachtungen an Silber. Bei Mo_2C (W_2C) entsteht auf Kupfer ebenso nach anschließendem Tempern, wenn auf die reine Cu-Oberfläche Fett aufgedampft wird, oder wenn sie im Vakuum kräftig mit Elektronen bestrahlt wird.

W. PITSCH (MPI f. Eisenforschung Düsseldorf): *Übermikroskopische Beobachtungen an dünnen Eisen-Stickstoff-Schichten.*

Dünne, bei Raumtemperatur aufgedampfte Eisenschichten werden bei Temperaturen zwischen 400 und 700°C in Ammoniak-Wasserstoff-Gasgemischen verschiedener Zusammensetzung geglüht. Je nach den Versuchsbedingungen lassen sich dadurch ferritische, austenitische oder martensitische Kristallschichten herstellen oder solche, die vollständig aus Eisennitrid bestehen. Diese Schichten besitzen verschiedenen Gitteraufbau und zeigen daher bei Beobachtung in hoher Vergrößerung verschiedene kennzeichnende Merkmale.

W. SCHWARTZE (Forschungsstelle f. Übermikroskopie d. Friedrich-Schiller-Univ. Jena): *Möglichkeiten der elektronenmikroskopischen Untersuchung magnetischer Pulvermuster.*

Über allgemeine Fragen der elektronenmikroskopischen Untersuchung magnetischer Pulvermuster war bereits berichtet worden [ANN. PHYS. 19, 322, 1957]; hier wurde nur die Präparation besprochen. — Es bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten: (1) Eintrocknung des Musters (z. B. mit Magnetit-Seifenwasser-Suspension hergestellt) auf der Probe und Abnahme eines Abdrucks oder Pseudoabdrucks; (2) Aufbringen eines Lackfilms auf die Probe und Erzeugung des Musters auf dem Lackfilm, der dann mit der Probe zusammen abgezogen wird; (3) Einbringung des magnetischen Pulvers in den Abdrucklack selbst. Das Verfahren 1 ergibt Störungen durch die eingetrocknete Seife, das Verfahren 2 hat den Nachteil, daß sich das Muster nicht unmittelbar auf der Probe ausbilden kann. Beim Verfahren 3 besteht die Schwierigkeit, das in wässriger Lösung gefällte Magnetit in den üblicherweise nicht wässrigen Abdrucklack zu bringen. Dies gelingt jedoch durch Benutzung von Zwischenmedien (Alkohol, Lack-Verdünner) und eine geeignete Dispergierung [siehe auch ANN. PHYS. 19, 322, 1957]. Das Auflösungsvermögen des Verfahrens beträgt etwa $0,2\ \mu$ (lichtmikroskopisch wegen des geringen Kontrasts nicht erreichbar). — Einige Aufnahmen wurden als Beispiele für das Verfahren vorgeführt. Bei der Besprechung der einzelnen

Möglichkeiten wurde auf Arbeiten anderer Autoren eingegangen [L. Marton, PHYS. REV 65, 353, 1944; A. Eckardt, B. Elschner, NATURWISS. 39, 566, 1952; D. J. Craik, PROC. SOC. (B) 69, 647, 1956].

L. REIMER (Phys. Inst. d. Univ. Münster): *Elektronenmikroskopische Struktur und magnetische Eigenschaften dünner ferromagnetischer Schichten.*

Es wird über elektronenmikroskopische Untersuchungen der Struktur von dünnen elektrolytisch niedergeschlagenen und aufgedampften Metallschichten berichtet. Die Schichten wurden auf verschiedener Unterlage und bei verschiedenen Trägertemperaturen niedergeschlagen. Zwischen der Form und Ausdehnung der Kristallite in Schichtebene und der Koerzitivkraft dünner Schichten besteht ein Zusammenhang, der auf Grund der Eindomänentheorie diskutiert wird. Bei den elektrolytisch niedergeschlagenen Schichten wird vor allem die orientierte Aufwachsung der Schichten auf den metallischen Unterlagen näher behandelt.

Gemeinsame Schlußsitzung

Vorsitz: M. Drechsler (Berlin)
G. Möllenstedt (Tübingen)

G. PFEFFERKORN (Münster): *Elektronenmikroskopischer Nachweis katalytischer Oberflächenreaktionen.*

Die durch Wellenstrahlung verstärkte Wirkung von Katalysatoren läßt sich in bestimmten Fällen an einzelnen Katalysatorteilchen unmittelbar elektronenmikroskopisch beobachten. Präparatsträger mit feinverteilten Metalloxyden werden in Dämpfen organischer Lösungsmittel mit Licht- oder Röntgen-Strahlung bestrahlt. Dabei bilden sich im Gegensatz zum unbestrahlten Präparat schon nach kurzer Zeit an der Oxydoberfläche Flüssigkeiten, die zu Tropfen zusammenfließen. Diese haben einen so geringen Dampfdruck, daß sie im Hochvakuum sowie unter Elektronenbestrahlung beständig sind. Daher können sie im Elektronenmikroskop nachgewiesen werden.

S. MADER (Inst. f. Theor. u. Angew. Phys. d. TH Stuttgart): *Die Gleitlinienbildung auf zugverformten Kupfereinkristallen.*

Auf plastisch gedehnten Kupfereinkristallen wurde die Bildung von Gleitlinien in verschiedenen Verformungsbereichen elektronenmikroskopisch untersucht. Dazu wurde ein bis zum betreffenden Verformungsbereich vorgedehnter Kristall elektrolytisch poliert und zweimal um einen weiteren kleinen Zusatzbetrag gedehnt. Auf elektronenmikroskopischen Bildern, die nach beiden Zusatzdehnungen vom gleichen Objektbereich aufgenommen wurden, sind diejenigen Gleitlinien sichtbar, die während der Zusatzdehnungen neu entstanden oder während der zweiten Zusatzdehnung weiter gewachsen sind. Daraus läßt sich entnehmen, wieviel Versetzungen zu einer Gleitlinie beitragen und wie groß ihre Laufwege sind [vergl. Z. PHYS 149, 73, 1957]. Beispiele der Gleitlinienbildung aus verschiedenen Verformungsbereichen wurden gezeigt.

R. NEIDER (Fritz-Haber-Inst. d. MPG Berlin-Dahlem): *Abbildung von Kristallgitterstrukturen des Tremolits und Chrysotils.*

Einigen Feinbereichsbeugungsdiagrammen von Tremolit, einem Silikat der Gruppe der Amphibole, ist zu entnehmen, daß die Abbildung der 110-Netzebenen dieser Kristalle möglich ist, weil die entsprechenden Interferenz-

strahlen bei der Abbildung mitwirken. Es wurden Aufnahmen dieser Netzebene mit einem Abstand von 8,2 Å, in denen Ketten von bandförmig angeordneten SiO_4 -Tetraedern liegen, gezeigt. Vollständige und unvollständige Stufenversetzungen konnten eindeutig festgestellt werden.

Die Röllchenstruktur von Chrysotil wurde durch Feinbereichsbeugungsaufnahmen und Abbildung der 001-Netzebenen bestätigt.

L. REIMER (Phys. Inst. d. Univ. Münster): *Elektronenoptische Untersuchungen zur Zwillingsbildung in aufgedampften Silberschichten.*

In Elektronenbeugungsaufnahmen von Silberaufdampfschichten auf aufgeheizter Steinsalzspaltfläche erklärt man Drittelreflexe nach Cochrane durch Zwillingsbildung. Von Ogawa u. Mitarb. [J. PHYS. SOC. JAPAN 10, 429, 1955] wurden in derartigen Schichten Streifungen in den Kristalliten beobachtet, die mit der Zwillingsbildung und den Drittelreflexen in Verbindung gebracht wurden. Diese Auffassung wird durch Untersuchung derartigen Schichten mit Hilfe von Feinbereichsbeugung und Dunkelfeldabbildungen im Lichte der Einzelreflexe bestätigt.

H. KÖNIG (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Hexagonales Silber.*

Silber kristallisiert normalerweise im kubisch-flächenzentrierten Gitter. Beim Aufdampfen im Hochvakuum wächst ein Teil der Kriställchen in der hexagonalen Phase auf. Den Anteil der hexagonalen Teilchen kann man steigern, wenn man die Vakuumverhältnisse verbessert. Die Umwandlung von kubischem Silber in hexagonales Silber gelingt bei sehr dünnen Schichten durch Erwärmung in chlorfreiem Sauerstoff. Elektronenmikroskopische Abbildung, Beugung und Feinbereichsbeugung dienen zum Nachweis des hexagonalen Silbers.

M. DRECHSLER (Fritz-Haber-Inst. d. MPG Berlin-Dahlem): *Der gegenwärtige Stand der Feldemissionsmikroskopie.*

Der Abbildungsmechanismus des Feldionenmikroskops, insbesondere bei tiefen Temperaturen. Die theoretische Auflösung des Feldelektronen- und des Feldionen-Mikroskops. Mit dem Feldionenmikroskop experimentell erzielte Auflösung von 2,74 Å und die indirekte mikroskopische Messung von Abständen bis 0,54 Å. Die Sichtbarmachung einzelner Atome und der atomaren Kristallgitters. Der Einfluß elektrischer Felder auf Festkörperoberflächen: Felddesorption von Adsorptionsschichten, Feldverdampfung von Kristallen, Erzeugung von Oberflächenrauhigkeiten durch das elektrische Feld, Feld-Oberflächenwanderung. Stabile Feldemissionskathoden.